



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Electrotecnia y Computación FEC**

**Trabajo monográfico para optar al título de**  
**Ingeniero Electrónico**

**Tema**

Estudio de viabilidad técnica para la implementación de infraestructura de red que brinde conexión inalámbrica al servicio de internet en la comunidad “Mesas de Acicaya”, ubicada en el municipio de Tipitapa, departamento de Managua.

**Autores**

- Br. Manuel Isaac García Martínez.
- Br. Carlos José Luis Martínez Hernández.

**Tutor:**

MSC. Héctor Guillén N.

Managua, Nicaragua. 15 de Agosto de 2014



## **Dedicatoria**

A:

- *Dios, sobre todas las cosas en este universo, por guiarme en todo momento de mi existir.*
- *Mis padres por ser el eje de apoyo incondicional, estando presente cuando más los necesito.*
- *Docentes, factores fundamentales en mi formación académica.*

Br. M. Isaac García Martínez.

*Dedico y doy gracias de este trabajo primero a Dios por darme la vida y permitirme llegar a esta etapa en la vida, a mis padres por ser los que han dado el apoyo incondicional en todo momento y a mis profesores que fueron los encargados de guiarme en el camino al conocimiento.*

Br. Carlos José Luis Martínez Hernández

## **Resumen**

El acceso a las tecnologías es cada vez más urgentes en nuestro mundo, es por eso que se está trabajando para reducir la brecha digital en zonas rurales con la implementación de proyectos TIC para el desarrollo socioeconómico los cuales están trayendo excelentes resultados.

“Mesas de Acicaya” es una comunidad ubicada a 63 Km del casco urbano de la ciudad de Managua se encuentra a una altitud de 509 metros sobre el nivel del mar, cuenta según el último censo con una población 1,100 habitantes.

Es una comunidad con ingresos económicos muy bajos, la mayor parte de los habitantes no cuentan con fuentes de empleos permanentes, sino que viven de lo poco que cosechan en sus tierras, por otra parte los servicios básicos como agua y telefonía están ausentes.

Debido a la problemática existente en la comunidad mencionada, en la presente investigación se ha desarrollado un estudio de viabilidad técnica para la implementación de una infraestructura de red con el propósito de llevar el servicio de internet de manera inalámbrica a la comunidad.

El proyecto consiste en la creación de una infraestructura de red de internet conectada de forma inalámbrica utilizando el protocolo 802.11g (Wi-Fi) que trabaja a una frecuencia de 2.4GHz, la conexión se hará a través de un enlace punto a punto, desde la comunidad los Chilamates ubicada al norte de las Maderas en el municipio de Tipitapa, hasta la escuela de la comunidad que lleva el nombre de “Rafaela Herrera”, y este sea el punto de acceso que permita conexión a Internet para una futura red LAN.

Todo esto con el fin de ser aplicado como una herramienta para el desarrollo económico y social, de esta manera ayudándoles a capacitarse o para crear nuevas alternativas de empleos, a la vez fortaleciendo el área de educación.

---



**Tabla de contenido**

Introducción .....	1
Objetivos .....	3
Objetivo General: .....	3
Objetivos Específicos: .....	3
Justificación .....	4
Marco Teórico.....	5
Antecedentes.....	11
Capítulo I Fundamentos teóricos.....	13
I.1 Protocolos y Estándares de comunicación de Redes Inalámbrica.....	13
I.1.1 Ventajas y Desventajas de WIFI .....	17
I.2 Radio Enlace.....	18
I.2.1. Tipos de antena en un Radio enlace.....	26
I.2.2 Cálculos para el diseño de un radio enlace. ....	31
Capitulo II Estudio de Viabilidad.....	38
II.1 Viabilidad Técnica. ....	38
II.1.1 Caracterización de tráfico .....	38
II.1.2 Diseño de Red Física.....	44
II.1.2.1 Modelo de propagación. ....	46
II.1.2.2 Topología de Red física .....	51
II.1.2.3 Diseño.....	53
II.1.2.4 Factores condicionantes .....	55
II. 1.2.5 Comparando Equipos .....	58
II.1.2.6 Presupuesto de Enlace .....	60
II.1.2.7 Simulación en Radio Mobile. ....	64

---

II.1.2.8 Diseño de torre .....	68
II.1.2.9 Conexión de energía eléctrica y protección de equipos.....	75
II.1.2.10 Diagrama de red .....	76
II.1.2.10.1 Cobertura de red inalámbrica.....	79
II.1.3 Diseño de la Red Lógica .....	80
II.1.3.1 Software (Configuración de la red) .....	80
II.1.3.2 Direccionamiento .....	82
II.1.3.3 Seguridad de Red (encriptamiento) .....	83
II.2 Viabilidad Operativa. ....	84
II.2.1 Operatividad del proyecto. ....	84
II.3 Valoración Ambiental. ....	86
II.3.1 Desarrollo de la valoración ambiental. ....	86
II.1.4 Viabilidad Económica. ....	89
II.1.4.1 Desarrollo de Viabilidad económica.....	89
Conclusiones .....	97
Bibliografía.....	98
Referencias .....	99
ANEXO 1 .....	105
Tabla de Erlang.....	105
ANEXO 2 .....	107
Red LAN de telecentro .....	107
ANEXO 3 .....	108
Configuración equipos Ubiquiti AIRMAX .....	108
ANEXO 4 .....	110
Datasheet.....	110

---

ANEXO 5 .....	141
Cotizaciones.....	141
ANEXO 6 .....	153
Formulario ambiental.....	153
ANEXO 7 .....	159
Carta presentada en Alcaldía de Tipitapa .....	159
ANEXO 8 .....	160
Resultado de encuestas.....	160

## Introducción

“Mesas de Acicaya” es una comunidad ubicada a 63 Km del casco urbano de la ciudad de Managua se encuentra a una altitud de 509 metros sobre el nivel del mar, cuenta según el último censo con una población 1,100 habitantes, es una comunidad con ingresos económicos muy bajos por lo que se debería tomar en cuenta un plan de desarrollo para esta zona.

Hoy en día se esta trabajando en implementación de proyectos TIC para el desarrollo socioeconómico, ya sea en áreas urbanas asi como tambien en las rurales las cuales están trayendo excelentes resultados.

TIC es un acrónimo que hace referencia a las Tecnología de la información y la comunicación. Dicho término “TIC” se puede conceptualizar como:

*“Dispositivos tecnológicos (hardware y software) que permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información que cuentan con protocolos<sup>1</sup> comunes [1]*

En el presente trabajo titulado *“Estudio de viabilidad técnica para la implementación de infraestructura de red que brinde conexión inalámbrica al servicio de internet en la comunidad “Mesas de Acicaya”, ubicada en el municipio de Tipitapa, departamento de Managua ”* Se inicia una vez que se dieran a conocer las necesidades existentes en esta comunidad, posterior a una serie de averiguaciones como entrevista a los líderes de la comunidad, así como la recopilación de datos estadísticos, sociales y demográfico del lugar de esa manera se pudo determinar cuáles son los problemas que obstaculizan el desarrollo, de aquí se concluye en una propuesta para la realización de proyectos de carácter tecnológicos, que posteriormente podrán ayudar a

---

<sup>1</sup> Protocolo de comunicaciones, en informática y telecomunicación, es el conjunto de reglas y estándares que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red, como teléfonos o computadoras.

resolver la problemática utilizando como herramienta las TIC dentro de ellas el internet por medio de conexión inalámbrica.

Por lo tanto se expone en el siguiente trabajo monográfico un estudio de viabilidad técnica donde se plantea de qué manera se llegará a desarrollar el proyecto en la comunidad tomando en cuenta la ubicación geográfica de la misma, a la vez definiendo los equipos necesario a utilizar mediante cálculos numéricos no obstante se inicia haciendo mención de los fundamentos teóricos de donde se sustenta dicho estudio, seguidamente se adentrará a la viabilidad operativa que tendrá el proyecto, en él se definirá a quienes le corresponderá ejecutarlo y administrarlo, luego la valoración ambiental que dejará por sentado el impacto que llegará a tener este con el ambiente y se concluirá con el costo total que llegará a tener dicho proyecto en el apartado de la viabilidad económica.

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

Desarrollar una propuesta de proyecto a través de un estudio de viabilidad para la implementación de infraestructura de red, que brinde el servicio de internet y sirva como una alternativa de desarrollo socioeconómico de la comunidad "Mesas de Acicaya".

### **Objetivos Específicos:**

- Definir los requerimientos técnicos para la implantación del sistema de transmisión inalámbrico en la comunidad Mesas de Acicaya.
- Diseñar infraestructura de red inalámbrica que cumpla con los requerimientos técnicos básicos para tener conexión inalámbrica que permita tener acceso a la utilización de los beneficios de las TIC.
- Evaluar los costos y beneficios del proyecto.
- Determinar la viabilidad técnica de los equipos y estándares a utilizar verificando compatibilidad, seguridad y durabilidad de los mismos.
- Valorar la viabilidad operativa y capacidad de la población para proveer personal que se capacite en mantenimiento y resolución de imprevistos de las instalaciones.
- Examinar la viabilidad económica para determinar el nivel de apoyo y compromiso de la población en el sostenimiento del proyecto.

## Justificación

En la comunidad está ausente la capacitación en las áreas donde les permita desarrollar negocios u oficios, por ejemplo: agricultura, ganadería, salud o bien otras alternativas de negocios, lo que ha repercutido también a que no se avance académicamente ya que aún predomina un buen porcentaje de analfabetismo.

La falta de fuentes permanente de empleos, es otro de los grandes problemas de la comunidad ya que no se llevan a cabo por parte del gobierno y empresa privada, proyectos con el fin de hacer crecer económicamente la zona brindando fuentes de empleo o financiamiento a la población ya sea en la parte agrícola el cual es el principal rubro de la zona o bien programas de carácter técnicos donde se capacite a la población y así ir reduciendo el índice de pobreza que existe actualmente.

Debido al inexistente acceso a la comunicación en la comunidad “Mesas de Acicaya” se ha optado en el presente trabajo por la realización de un estudio de viabilidad técnica para la implementación de una infraestructura de red con el propósito de llevar el servicio de internet de manera inalámbrica a la comunidad con el fin de ser aplicado como una herramienta para el desarrollo educacional, económico y social, con lo que tendrán mayores opciones de capacitarse o para crear nuevas alternativas de empleos, por otra parte fortaleciendo el área de educación la cual también es vital.

Por otra parte el proyecto está enmarcado dentro del objetivo 8.D de los ODM, en el cual uno de sus clausula expresa “En cooperación con el sector privado, dar acceso a los beneficios de las nuevas tecnologías, especialmente las de la información y las comunicaciones”, sin embargo no deja aislado lo que sigue en los objetivo 1 y 2 de los objetivos del milenio, donde el primero tiene como logro a alcanzar lo siguiente “Erradicar la pobreza extrema y el hambre”, “Conseguir pleno empleo productivo y trabajo digno para todos, incluyendo mujeres y jóvenes”. El objetivo 2, persigue: “*Lograr la enseñanza primaria universal*”. [2]

## Marco Teórico

Las telecomunicaciones hoy en día son el motor que hace más viable nuestro mundo, apropiando las TIC como una herramienta destinada al desarrollo económico y social del entorno que nos rodea.

*“En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la Información y comunicación son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconectadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas”.* [3]

El amplio abanico de aplicaciones que nos ofrecen las TIC para el desarrollo socioeconómico está abierto para todo el mundo sin importar distancia, cultura o religión; tanto para áreas urbanas y rurales cumpliendo cada vez con los objetivos de la brecha digital<sup>2</sup>.

En el discurso inaugural de la primera fase de la WSIS<sup>3</sup>, Ginebra 2003 se mencionó la importancia de las TIC diciendo:

*«Las tecnologías de la información y la comunicación no son ninguna panacea ni fórmula mágica, pero pueden mejorar la vida de todos los habitantes del planeta. Se dispone de herramientas para llegar a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, de instrumentos que harán avanzar la causa de la libertad y la democracia y de los medios necesarios para propagar los conocimientos y facilitar la comprensión mutua»* [4]

Considerando la gran trascendencia que tienen cada vez más las TIC alrededor de los países altamente desarrollados, lo es también en muchas en zonas

---

<sup>2</sup> Diferencia socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen accesibilidad a Internet y aquellas que no, aunque tales desigualdades también se pueden referir a todas las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como el computador personal, la telefonía móvil, la banda ancha y otros dispositivos. Como tal, la brecha digital se basa en diferencias previas al acceso a las tecnologías. (Servon, 2002)

<sup>3</sup> World Summit on the Information Society (Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información)



rurales en vías de desarrollo, donde se han ejecutado proyectos TIC de carácter rural obteniendo excelentes resultados en diversas áreas de crecimiento como: educación, salud, agricultura, ganadería, negocios y dentro de ello el turismo.

#### Proyectos TIC en la educación.

Fortalecer la educación es una de las grandes metas de los objetivos del milenio, y para ello se está trabajando cada día más con las TIC, para llegar no solamente al crecimiento educativo urbano sino además de alcanzar las comunidades rurales donde se dificulta el acceso al sistema educativo. Zonas muy aisladas de la ciudad en varios países han ejecutado proyectos TIC con enfoque a la educación obteniendo excelentes resultados.

Como ejemplo de países que han optado por proyectos TIC enfocado a la educación podemos citar Bolivia, quien para el año 2000 la fundación AYNÍ<sup>4</sup> comenzó un proyecto a 6 años, que apuntaba a la integración de las TIC para el sector educativo primaria y secundaria, ya para el año 2005, el proyecto había alcanzado a veinte escuelas y, a partir de allí, se expandió hasta incluir a los departamentos de La Paz, Tarija, convirtiéndose así en la iniciativa de TIC para la educación más grande de Bolivia lo que es más significativo aún, el programa consiguió llegar hasta siete escuelas situadas en áreas rurales muy aisladas, que carecían de acceso a los servicios más básicos.

*“En total, aproximadamente 40.000 maestros, estudiantes y padres se han beneficiado con este proyecto, lo que es más, 46 escuelas lograron la instalación de un laboratorio de computación. Estos laboratorios son gestionados por comités administrativos en los cuales participan los directores de las escuelas y los padres estos últimos ayudan al mantenimiento de los servicios con sus contribuciones mensuales, durante el horario vespertino, los padres pueden recibir también capacitación. Los maestros han comenzado también a*

---

<sup>4</sup> AYNÍ es una palabra Quechua que significa cooperación y solidaridad. Más que palabra es una forma de vida que se origina en los tiempos pre-hispánicos y que se manifiesta como relaciones sociales basadas en la ayuda mutua y reciprocidad.

*desarrollar módulos educativos que incorporan TIC muy básicas en las clases y, a su vez, en los planes de estudio por lo tanto se han implementado 16 juegos didácticos interactivos para alumnos de la escuela primaria que servirán para mejorar sus capacidades en matemáticas y en lengua materna. La evaluación ha demostrado que, como resultado del uso de esos juegos, los procesos de aprendizaje de los alumnos son ahora más efectivos y por sobre todo, mucho más rápidos que con los métodos tradicionales”. [5]*

Proyecto como este que se implementó en Bolivia pero a escala un poco mas mesurada es de gran importancia para la educación en la comunidad “Mesas de Acicaya” de esta manera ir reduciendo el nivel de analfabetismo y a la vez disminuyendo la deserción escolar.

#### Proyectos TIC en la salud.

El área de la salud es indispensable en un país tanto así que las Naciones Unidas lo ubica dentro del tercer objetivo de desarrollo del milenio, por lo tanto jamás debe de permanecer ausente, además es parte de los derechos humanos.

El tema sobre progreso en la salud no solamente son para ciudades altamente desarrolladas o bien las dotadas con las mejores tecnologías, sino que también urge en que se hagan presente en las zonas olvidadas o alejadas e impenetrables por las autoridades correspondientes. Debido a la problemática presente en estas zonas aisladas, se están llevando proyectos TIC en la salud con el fin de erradicar este problema y al final gozar de buenos resultados que pueden servir de paradigmas para otros países como Nicaragua y más específicamente en la comunidad “Mesas de Acicaya “.

En este contexto en Cauca, Colombia se llevó a cabo el proyecto TIC de carácter rural EHAS salud donde la falta de infraestructuras de telecomunicación supone una grave dificultad para la coordinación sanitaria y produce además

una gran sensación de aislamiento social y profesional del personal de salud rural debido al estado de violencia que vive el país, a las deficiencias socioeconómicas y a las difíciles condiciones geográficas y de comunicación.

*“En este escenario, la universidad del Cauca, inspirada en los desarrollos tecnológicos y la experiencia del programa EHAS<sup>5</sup>, ha desarrollado una experiencia piloto de telemedicina rural para ayudar a la mejora de la eficiencia del sistema de salud de la zona. Con el planteamiento de base de usar tecnología apropiada y de bajo coste, se han adoptado soluciones de redes mixtas de voz y datos sobre sistemas inalámbricos VHF<sup>6</sup> y WiFi<sup>7</sup>, y se han instalado servicios de acceso e intercambio de información tales como un sistema de vigilancia epidemiológica informatizado, formación a distancia, tele consulta, referencia y contra referencia de pacientes. El objetivo del proyecto es poner a disposición de los actuales responsables de la salud rural una herramienta para la recolección, análisis y realimentación de la información, que permita mejorar la coordinación, evitar la sensación de aislamiento social y profesional del personal de salud rural, y mantener un sistema de formación continuada de los trabajadores rurales a un coste razonable”. [6]*

Las Tic en el contexto del desarrollo económico para las zonas rurales.

Se ha podido leer en el presente trabajo sobre el impacto que tienen las TIC en áreas plenamente vitales en el ser humano, pero estas áreas tienen que ir de la mano con el factor economía para cambiar el estado de vida de las personas que habitan en zonas rurales donde sus ingresos económicos son cada vez más bajos subsistiendo la mayoría del auto consumo.

---

<sup>5</sup> Enlace Hispano Americano de Salud

<sup>6</sup> VHF (Very High Frequency) es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

<sup>7</sup> Wi-Fi es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica.

Debido a esta problemática que se presenta se han impulsados proyectos TIC con el fin de llegar a cambiar la situación, para ello se han analizado primeramente a qué tipo de trabajo o negocios son aptos a desarrollar, luego en base a esto, ejecutar proyectos TIC para el fortalecimiento y crecimiento económico del lugar, e ir cambiando de esta manera la vida de los habitantes.

#### Proyectos TIC en el desarrollo del Turismo.

Yéndonos a Sudáfrica a 61 km de distancia de George, en el centro de la Ruta del Jardín, que es la principal carretera costera entre ciudad del Cabo y Puerto Elizabeth, el municipio de Knysna se ha convertido en la primera ciudad donde se provee acceso internet a sus 50.000 habitantes, y para ello, el gobierno ha optado por la vía inalámbrica a través del proyecto Uni-Fi la cual es una iniciativa pública impulsada y financiada por el gobierno de Knysna, en alianza con Uni-Net que se ha encargado de instalar la red. Para el proyecto se han instalado cerca de 200 puntos de acceso inalámbrico alrededor de las localidades de Knysna, Sedgfield, Karatara y Reenendal

Uno de los mayores éxitos ha sido:

*“Garantizar a muchos ciudadanos el acceso a internet. Mediante la red inalámbrica y está diseñada para apoyar el turismo en la llamada Ruta del Jardín. El área de Knysna ha permitido el ahorro en costos de telecomunicación y el acceso universal”. [7]*

Asi como otros países han ejecutado proyectos TIC en diversas areas donde al final alcanzaron buenos resultados de esta forma para la comunidad Mesas de Acicaya se hará una replica para aportar al desarrollo socioeconómico de la zona.

Con respecto a la infraestructura de red se puede optar por la via más rentable como es la tecnología inalámbrica, ya que como se vio en los ejemplos mencionados queda demostrado que ha dado excelentes resultados tanto en

educación, salud, agricultura, ganadería y turismo. Mientras a la población se la haya dado la capacitación necesaria que le brinde el conocimiento del instrumento que van a tener a su alcance, como son las Tecnologías de la Información y Comunicación.

Se tiene que dejar claro que las TIC solo son una herramienta de apoyo, ya que el otro componente de esta amalgama es la organización de parte de la población para sostener el proyecto. Es por esto, que al considerar que para otros países de América Latina han representado el elemento transformador y disparador de iniciativas para el desarrollo en la educación, los emprendimientos de negocio y el empoderamiento de los sectores más vulnerables de esas sociedades, bien puede hacer lo mismo para la comunidad Mesas de Acicaya.

## **Antecedentes**

La mayor parte de los habitantes no cuentan con fuentes de empleos permanentes, sino que viven de lo poco que cosechan en sus tierras (ya que es una zona agrícola) y el nivel de pobreza es muy alto. En la comunidad se han ejecutado algunos proyectos que sustentan los servicios básicos que ayudan al crecimiento económico y social. En el sector educación todavía se ven grandes problemas por falta de herramientas y personal docente lo que dificulta la retención de matrícula y proceso de aprendizaje.

Dentro de los proyectos que se han ejecutado están los servicios básicos como agua potable llevada a cabo en el 2003 y el servicio eléctrico que se hizo presente a inicio del 2011. La implantación de proyectos tecnológicos como servicio de telefonía móvil o fija así como internet para que ayuden al desarrollo de esta pequeña comunidad no se ha logrado, puesto que ninguna empresa privada, gobierno u ONG ha decidido invertir, ni mucho menos la misma población debido a que este tipo de proyectos requiere de ciertos logros de importancia económica locales para que sea considerado.

En comparación tenemos la comarca “Las Maderas” ubicada en el Km 50 de la carretera panamericana, esta se encuentra a unos 8 km de la comunidad “Mesas de Acicaya”. “Las Maderas” en los últimos años ha tenido muchos avances en salud, educación y los negocios, ayudándose de las TIC, haciendo uso de los servicios que estas prestan como son telefonía fija, telefonía celular e internet, la que está ayudándole a crecer en la perspectiva económica.

Debido a la ausencia de un medio de comunicación como es telefonía fija o celular, el difícil acceso del lugar y la falta del suministro eléctrico. TELCOR como ente regulador de las telecomunicaciones en Nicaragua con el apoyo de FITEI<sup>8</sup> en el año 2010 con el proyecto “Extensión de Telefonía Celular y Pública al Sector Rural”, instaló un teléfono público en la comunidad, que contaba con

---

<sup>8</sup> Fondo de Inversión de Telecomunicaciones

una batería y un panel solar para su funcionamiento, todo esto, para reducir la brecha digital. Debido a problemas con el administrador del teléfono, la insatisfacción de la población por el costo del minuto, que era de C\$10, la promoción que hicieron empresas telefónicas de introducir el servicio junto con la adquisición de teléfonos celulares de parte de la población, el proyecto tuvo que ser abandonado un año después de su ejecución.

Actualmente los pobladores no cuentan con ningún servicio de telefonía de calidad en la zona, puesto que la única forma de realizar una llamada es ubicándose en la zona más alta que está ubicada dirección norte del pueblo, justo donde está el único acceso vehicular.

## **Capítulo I Fundamentos teóricos.**

Existen hoy en día distintos medios que brindan conexión al servicio de Internet. Entre los medios utilizados, tenemos fibra óptica, cobre que son medios alámbricos muy costosos para llevar el servicio de Internet debido a que se tiene que crear toda una infraestructura física que conecte a los dispositivos utilizados en la red. También se utiliza el espacio electromagnético que permite una conexión inalámbrica, este medio es el que requiere de menor inversión su implementación y por esta razón será el medio utilizado en este estudio

Para el despliegue de una red inalámbrica que permita comunicar una comunidad alejada de difícil acceso, se necesitan adquirir antenas y radios que soporten el protocolo y estos necesitan de obras físicas como torres o mástiles que soporten dichas antenas, destacando que una torre o un mástil necesita de permisos para su instalación, además otros equipos como routers, AP, switches y PCs.

### **I.1 Protocolos y Estándares de comunicación de Redes Inalámbrica.**

En telecomunicaciones se llama protocolo de comunicación a un conjunto de reglas y normas que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellos para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física. Se trata de las reglas o el estándar que define la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación, así como posibles métodos de recuperación de errores. Los protocolos pueden ser implementados por hardware, software, o una combinación de ambos. [8]

La normalización o estandarización es la redacción y solo aprobación de normas que se establecen para garantizar el acoplamiento de elementos contruidos independientemente, así como garantizar el repuesto en caso de ser necesario, garantizar la calidad de los elementos fabricados, la seguridad de funcionamiento y trabajar con responsabilidad social.



Una de las entidades encargadas de crear estándares tecnológicos es el “Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)”, es la mayor asociación profesional que fomenta la innovación y excelencia tecnológica que beneficia a la sociedad de la información en general. IEEE y sus miembros están inspirados en una comunidad global de innovación para un mejor futuro tecnológico, por medio de sus publicaciones, conferencias, estándares tecnológicos, y actividades tanto profesionales como educacionales. IEEE es la “voz” de referencia en el mundo de la ingeniería, computación y tecnologías de la información

El proyecto 802 del IEEE es un comité y grupo de estudio de estándares, que actúa sobre Redes de Ordenadores, concretamente y según su propia definición sobre redes de área local (LAN) y redes de área metropolitana (MAN).

También conocido como IEEE802 para referirse a los estándares que proponen y algunos de los cuales son muy conocidos ETHERNET (IEEE802.3), WiMAX (IEEE802.16), WiFi (IEEE802.11). De este último se resume los estándares de mayor despliegue.

- 802.11a.

También ratificado por la IEEE el 16 de septiembre de 1999, el protocolo 802.11a utiliza OFDM. Tiene una tasa de transmisión máxima de 54Mbps, con un caudal real (throughput) de hasta 27 Mbps. El 802.11a opera en la banda ISM entre 5725 y 5850 MHz, y en una porción de la banda UNII entre 5,15 y 5,35 GHz. Esto lo hace incompatible con el 802.11b o el 802.11g, y su frecuencia de transmisión más elevada implica un alcance menor comparado con el 802.11b/g al mismo nivel de potencia. Si bien esta porción del espectro es relativamente inutilizada comparada con la 2,4 GHz, desafortunadamente, su uso es legal sólo en unos pocos lugares del mundo.

- 802.11b.

Ratificado por la IEEE el 16 de septiembre de 1999. Utiliza una modulación llamada Espectro Expandido por Secuencia Directa –Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)– en una porción de la banda ISM desde 2400 a 2484 MHz. Tiene una tasa de transmisión máxima de 11 Mbps, con una velocidad real de datos utilizable mayor a 5 Mbps.

- 802.11g.

El protocolo 802.11g finalizado en Junio del 2003. Utiliza el mismo rango ISM que el 802.11b, pero con el esquema de modulación denominado Multiplexaje por División de Frecuencias Ortogonales –Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM).

Tiene una tasa de transmisión máxima de 54 Mbps (con un caudal real de hasta 25 Mbps), y mantiene compatibilidad con el altamente popular 802.11b porque soporta también las velocidades inferiores.

- 802.11n

Es una propuesta de modificación al estándar IEEE 802.11 ratificado en 2007 para mejorar significativamente el rendimiento de la red más allá de los estándares anteriores, tales como 802.11b y 802.11g, con un incremento significativo en la velocidad máxima de transmisión de 54 Mbps a un máximo de 600 Mbps

En este trabajo se hará el diseño de una red de comunicación inalámbrica utilizando el estándar 802.11g, dentro de sus características tenemos interoperabilidad con estándar 802.11b lo que garantiza compatibilidad con muchos más equipos, como computadoras o celulares, otra de sus características es que trabaja en una banda exenta de licencia lo que en términos legales facilita el despliegue de la red.

En la **Tabla I.1** se observan las comparaciones de los estándares 802.11

**Tabla I.1** Tabla comparativa de los estándares de IEEE 802.11 [9]

Estándar Inalámbrico	802.11b	802.11a	802.11g
Popularidad	Disponible en todas partes	Nueva tecnología	Nueva Tecnología con amplio crecimiento
Velocidad	11Mbps	54Mbps	54Mbps
Costo Relativo	Barato	Relativamente más caro	Relativamente de bajo costo
Frecuencia	2.4GHz	5GHz	2.4GHz
Alcance	100-150 mts	25 – 75 pies	100 – 150 mts
Acceso Público	En crecimiento	Ninguno	Compatible con 802.11b
Compatibilidad		Incompatible con 802.11b o 802.11g	Interoperabilidad con 802.11b a 11Mbps, incompatible con 802.11a

### I.1.1 Ventajas y Desventajas de WIFI

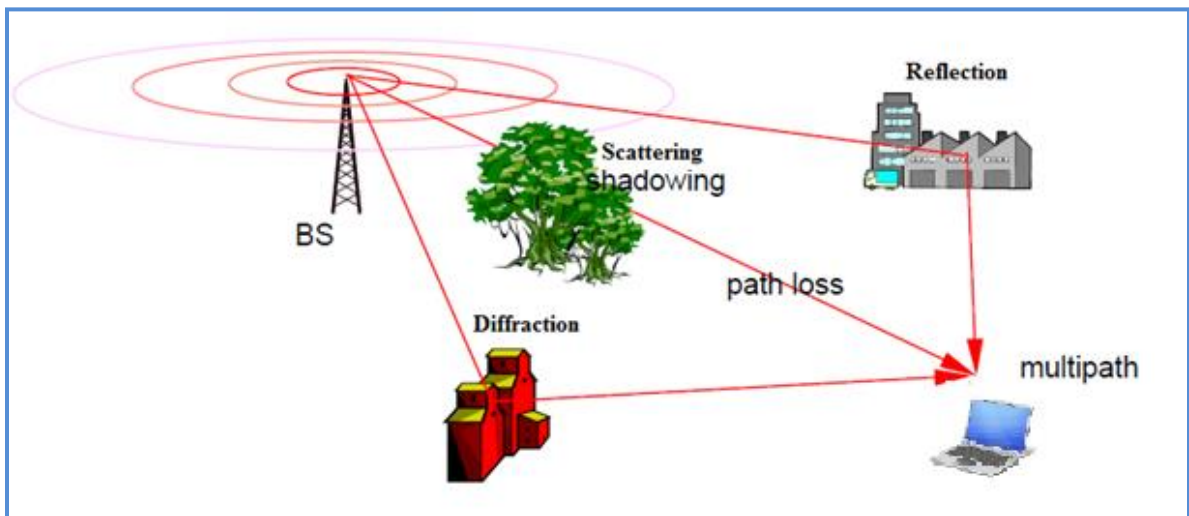
Las redes Wi-Fi poseen una serie de ventajas, entre las cuales podemos destacar:

- Al ser redes inalámbricas, la comodidad que ofrecen es muy superior a las redes cableadas porque cualquiera que tenga acceso a la red puede conectarse desde distintos puntos dentro de un rango suficientemente amplio de espacio.
- Una vez configuradas, las redes Wi-Fi permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gastos en infraestructura, ni gran cantidad de cables.
- La Wi-Fi Alliance asegura que la compatibilidad entre dispositivos con la marca *Wi-Fi* es total, con lo que en cualquier parte del mundo podremos utilizar la tecnología Wi-Fi con una compatibilidad total.

Pero esta red inalámbrica (Wi-Fi) presenta problemas intrínsecos de cualquier tecnología inalámbrica. Algunos de ellos son:

- Una de las desventajas que tiene el sistema Wi-Fi es una menor velocidad en comparación a una conexión cableada, debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente puede acarrear.
- La desventaja fundamental de estas redes existe en el campo de la seguridad. Algunos programas capaces de capturar paquetes, trabajando con su tarjeta Wi-Fi en modo promiscuo, de forma que puedan calcular la contraseña de la red y de esta forma acceder a ella. Las claves de tipo WEP son relativamente *fáciles de conseguir* con este sistema. La Wi-Fi Alliance arregló estos problemas sacando el estándar WPA y posteriormente WPA2, basados en el grupo de trabajo 802.11i. Las redes protegidas con WPA2 se consideran robustas dado que proporcionan muy buena seguridad. De todos modos muchas compañías no permiten a sus empleados tener una red inalámbrica. Este problema se agrava si consideramos que no se puede controlar el área de cobertura de una

- conexión, de manera que un receptor se puede conectar desde fuera de la zona de recepción prevista (desde fuera de una oficina, desde una vivienda colindante).
- Esta tecnología no es compatible con otros tipos de conexiones sin cables como Bluetooth, GPRS, UMTS, etc.
  - La potencia de la conexión del Wi-Fi se verá afectada por los agente físicos que se encuentran a nuestro alrededor, tales como: arboles, paredes, arroyos, una montaña, etc. Dichos factores afectan la potencia de compartimiento de la conexión Wi-Fi con otros dispositivos. Ver **Imagen I.1**



**Imagen I.1** Mecanismos de propagación que afecta la potencia de recepción.

[10]

## I.2 Radio Enlace.

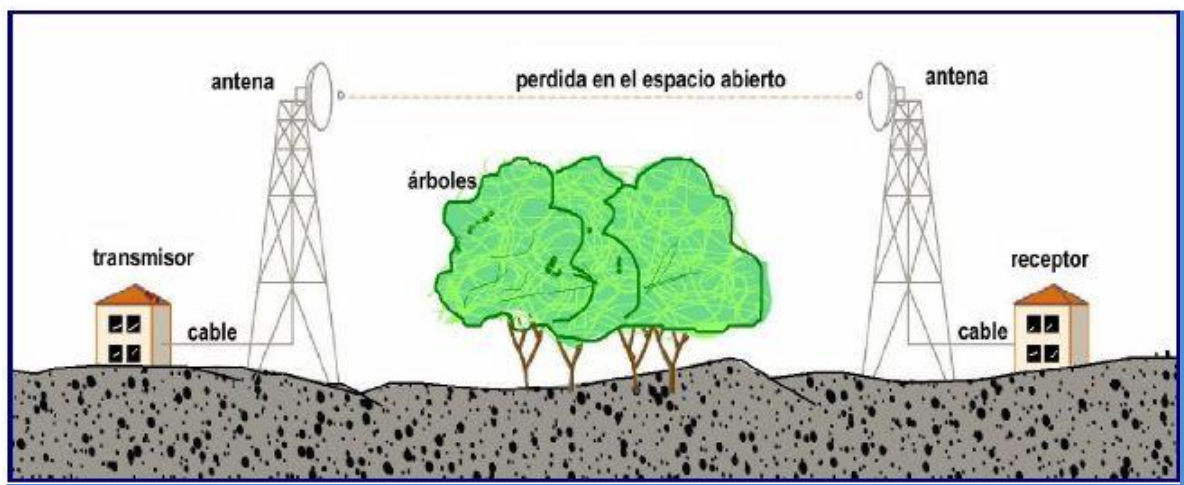
Se denomina radio enlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas.

Se puede definir al radio enlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y

disponibilidad determinadas. Típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

Los radios enlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción de las señales, se le denomina radio canal.

Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía.



**Imagen 1.2:** Topología básica de un radio enlace. [11]

Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región, por ejemplo si es una zona tropical o predominantemente lluviosa.

Hay que tomar en consideración las siguientes reglas para un radio enlace:

- Cuando más larga la longitud de onda, más lejos llega
- Cuando más larga la longitud de onda, mejor viaja a través y alrededor de obstáculos
- Cuando más corta es la longitud de onda, puede transportar más datos

También para poder hacer cálculos en el enlace es muy importante conocer la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto. La información referente a los mapas topográficos se obtendrán con la ayuda de Radio Mobile este es un software de distribución gratuita que permite simular radio enlaces y utiliza datos de elevación del terreno que se descargan de Internet, se pueden utilizar diversas fuentes, entre ellas del proyecto de la NASA Shuttle Terrain Radar Mapping (SRTM) Misión que provee datos de altitud con una precisión de 3 segundos de arco (100m).

- Atenuación y absorción de onda.

#### Atenuación

La ley del cuadrado inverso de la radiación describe en forma matemática la reducción de densidad de potencia con la distancia a la fuente. A medida que se aleja un frente de onda de la fuente el campo electromagnético continuo que irradia la fuente se dispersa. Esto es, las ondas se alejan cada vez más entre sí, y en consecuencia, la cantidad de ondas por unidad de área es menor. No se pierde o disipa nada de la potencia irradiada, porque el frente de onda se aleja de la fuente, la onda solo se extiende, o se dispersa, sobre un área mayor y disminuye la densidad de potencia.

La atenuación de la onda se expresa en general en función del logaritmo común de la relación de densidad de potencia (perdida en dB) la definición matemática es:

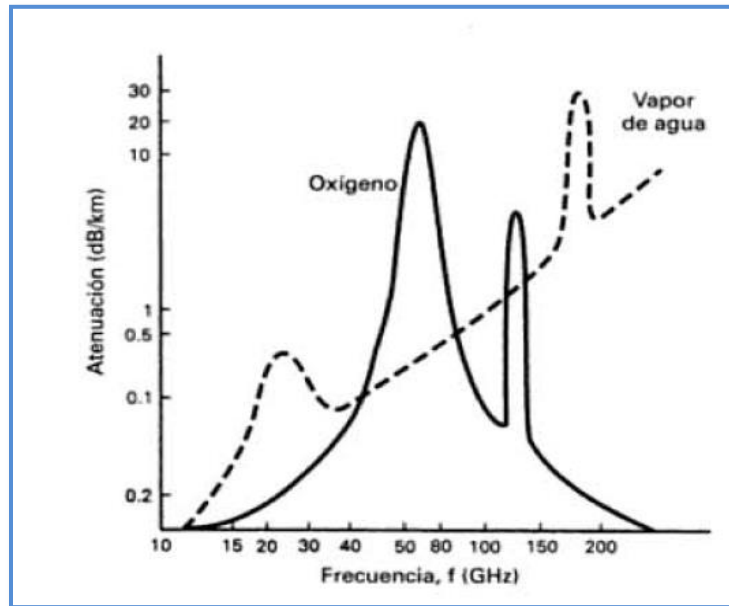
$$\gamma_{\alpha} = 10 \log \frac{p_1}{p_2} \text{ dB} \quad (I.1)$$

#### Absorción:

La atmosfera terrestre no es un vacío. Más bien está formada por átomos y moléculas de diversas sustancias gaseosas, liquidas y sólidas. Algunos de esos materiales pueden absorber las ondas electromagnéticas. Cuando una onda

electromagnética se propaga a través de la atmósfera terrestre, se transfiere energía de las ondas a los átomos y moléculas atmosféricas.

La absorción de la radiofrecuencia normal depende de su frecuencia, y es relativamente insignificante a menos 10 GHz.



**Imagen 1.3.** Absorción atmosférica de las ondas electromagnéticas. [12]

La **imagen 1.3** Muestra la absorción atmosférica en decibeles por kilómetros debido al oxígeno y al vapor de agua para radiofrecuencias mayores de 10GHz. En la gráfica ciertas frecuencias se afectan por la absorción, y se origina picos y valles por las curvas.

A menudo se utiliza el coeficiente de absorción para describir el impacto de un material en la radiación. Para las microondas, los dos materiales más absorbentes son:

- Metal.

Los electrones pueden moverse libremente en los metales, y son capaces de oscilar y por lo tanto absorber la energía de una onda que los atraviesa



- Agua.

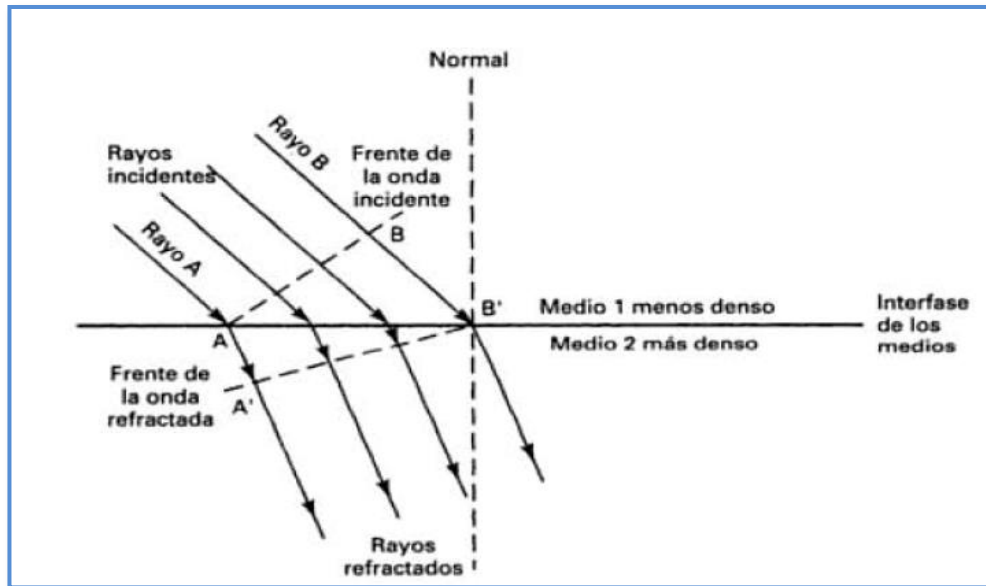
Las microondas provocan que las moléculas de agua se agiten, capturando algo de la energía de las ondas.

En la práctica de redes inalámbricas, vamos a considerar el metal y el agua como absorbentes perfectos: no vamos a poder atravesarlos. Existen otros materiales que tienen un efecto más complejo en la absorción de radiación. Para los árboles y la madera, (la madera fresca y húmeda va a absorber muchísimo).

### Refracción.

La refracción electromagnética es el cambio de dirección de un rayo al pasar en dirección oblicua de un medio a otro con distinta velocidad de propagación. La velocidad a la que se propaga una onda electromagnética es inversamente proporcional a la densidad del medio en el que lo hace. Por consiguiente hay refracción, siempre que una onda de radio pasa de un medio a otro en distinta densidad

En la **Imagen 1.4** se observa la refracción de un frente de onda en una frontera plana entre dos medios que poseen diferentes densidades, en el grafico se observa que el medio 1 es menos denso que el medio 2, por lo que  $V_1 > V_2$ . El rayo *A* penetra al medio más denso antes que el rayo *B*. El rayo *B* se propaga con mayor rapidez que el rayo *A*, y viaja la distancia *B-B'* en el preciso momento que el rayo *A* recorre la distancia *A-A'*.



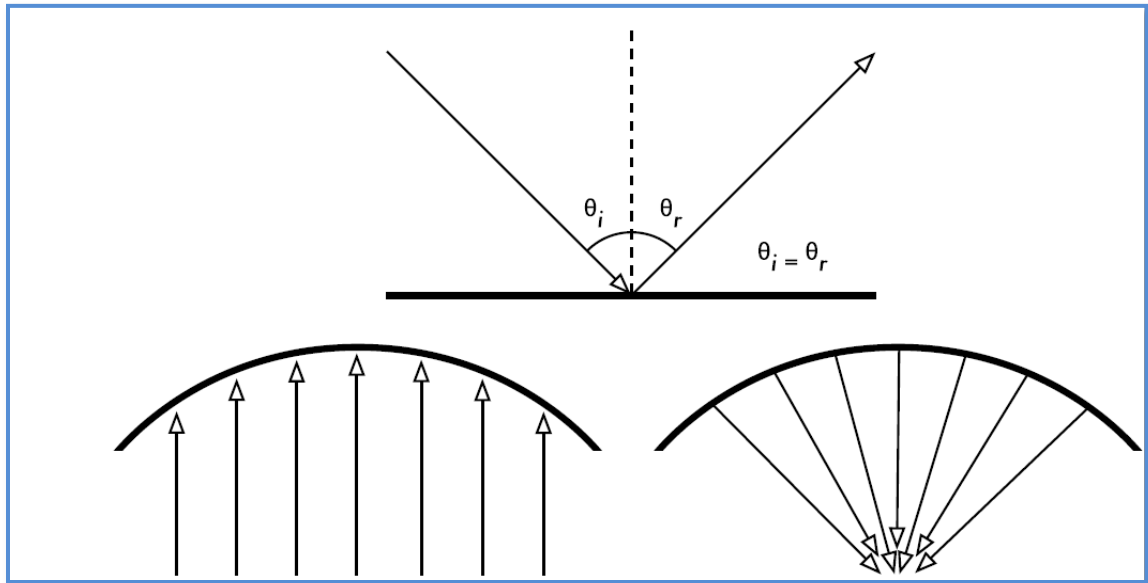
**Imagen 1.4.** Refracción en una frontera plana entre dos medios. [13]

### Reflexión.

Se da cuando las ondas de radio son reflejadas cuando entran en contacto con materiales que son apropiados para eso; para las ondas de radio, las principales fuentes de reflexión son el metal y las superficies de agua.

Las reglas para la reflexión son bastante simples: el ángulo en el cual una onda incide en una superficie es el mismo ángulo en el cual es desviada. A la luz de las ondas de radio, una reja densa de metal actúa de igual forma que una superficie sólida, siempre que la distancia entre las barras sea pequeña en comparación con la longitud de onda.

En la **Imagen 1.5** se observa que el ángulo de incidencia es siempre igual al ángulo de reflexión. Una antena parabólica utiliza este efecto para concentrar las ondas de radio que caen sobre su superficie en una dirección común.



**Imagen I.5** Reflexión de ondas de radio. [14]

### Difracción

Se define la difracción como la modulación o redistribución de la energía dentro de un frente de onda, al pasar cerca de la orilla de un objeto opaco. La difracción es el fenómeno que permite que las ondas luminosas o de radio se propaguen en torno de esquina.

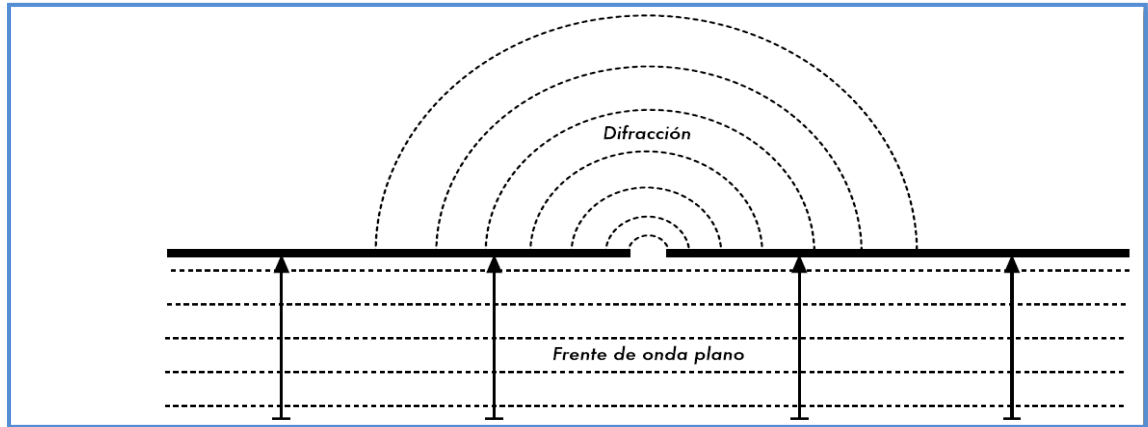
Dicho de otra manera:

Difracción es el comportamiento de las ondas cuando, al incidir en un objeto, dan la impresión de doblarse. Es el efecto de “ondas doblando las esquinas”.

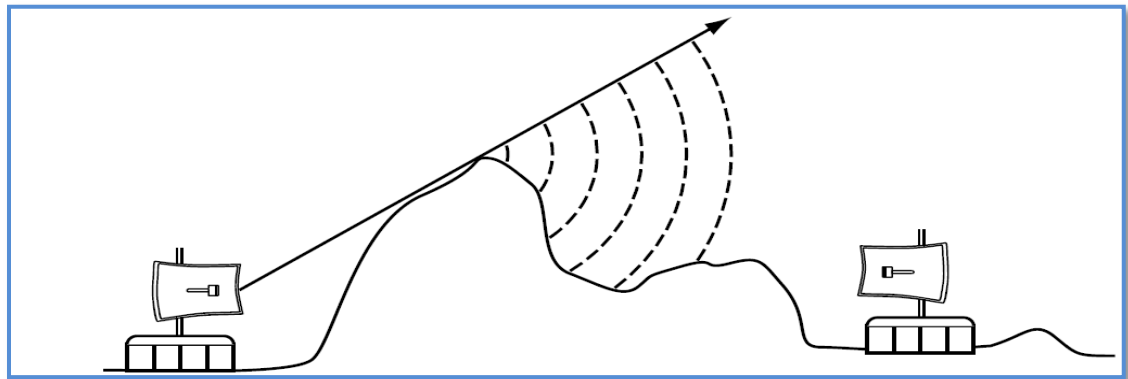
Las microondas, con una longitud de onda de varios centímetros, muestran los efectos de la difracción cuando chocan contra paredes, picos de montañas y otros obstáculos. La obstrucción provoca que la onda cambie su dirección y doble en las esquinas. Tal como se observa en la **Imagen I.6 (a)**.

La difracción genera una pérdida de potencia: la potencia de la onda difractada es significativamente menor que el frente de onda que la provoca.

En la **Imagen 1.6 (b)** muestra los efectos de la difracción cuando chocan contra picos de montañas. La obstrucción provoca que la onda cambie su dirección y doble en las esquinas.



**Imagen 1.6 (a)** Difracción a través de una ranura pequeña. [15]



**Imagen 1.6 (b)** Obstáculos por difracción. [16]

### Interferencia.

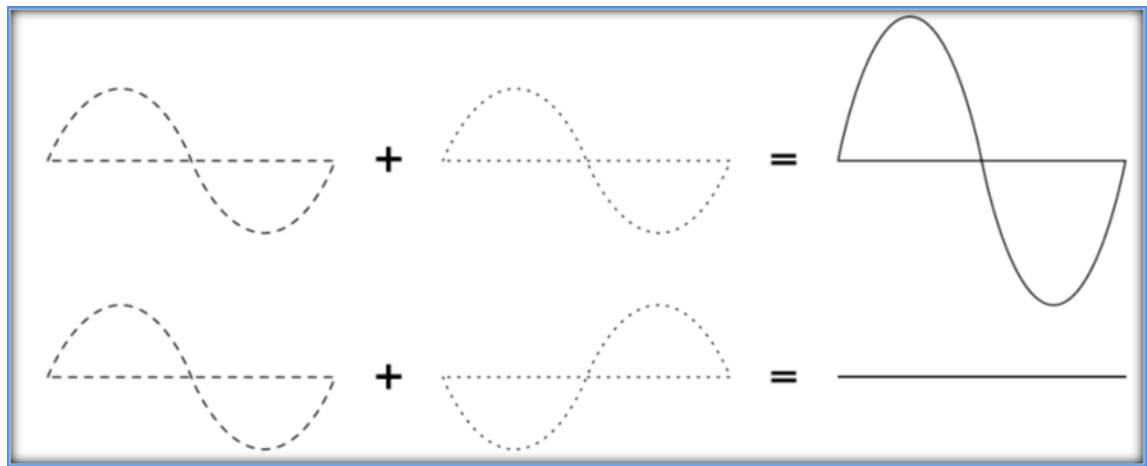
La interferencia en ondas de radio se da siempre que se combinan dos o más ondas electromagnéticas de tal manera que se degrada el funcionamiento del sistema.

Por otro lado siguiendo el principio de la superposición lineal de las ondas electromagnéticas,<sup>9</sup> la interferencia ocurre cuando el pico de una señal sinusoidal coincide con el otro pico, tenemos un resultado máximo ( $1 + 1 = 2$ ).

<sup>9</sup> El principio de la superposición lineal establece que la intensidad total de voltaje en un punto dado en el espacio es la suma de los vectores de onda individuales.

Esto es denominado **interferencia constructiva**. Cuando un pico coincide con un valle, tenemos una completa aniquilación ( $1 + (-)1 = 0$ ), y se denomina **interferencia destructiva**. Ambas interferencias como constructivas y destructivas se muestran en la **Imagen I.7**.

Para que los trenes de ondas se sumen o se cancelen perfectamente, tienen que tener exactamente la misma longitud de onda y una relación de fase fija; esto significa posiciones fijas desde el pico de una onda hasta las otras.



**Imagen I.7** Interferencia constructiva y destructiva. [17]

### I.2.1. Tipos de antena en un Radio enlace.

Las antenas son uno de los elementos de transmisión más esenciales en un radio enlace.

Una antena es un dispositivo constituido por un conductor metálico capaz de radiar y capturar ondas electromagnéticas. Las antenas son capaces de convertir la energía eléctrica en ondas electromagnéticas y viceversa. Existe una gran gama de antenas pero como las más utilizadas se mencionan:

- Antena Dipolo de media onda.
- Antena mono polo.

- Antena en anillo (aspira).
- Antena hélice.
- Antena Yagi.
- Antena de Ranura.
- Antena de Parche.
- Antena de espiral
- Antena Log periódica
- Antena de bocina
- Antena parabólica.
- Entre otras...

En el presente estudio se hará uso de antenas omnidireccionales, y direccionales.

#### **I.2.1.1 Antenas omnidireccionales.**

Estas se clasifican a su vez en monopolo vertical y dipolo, en nuestro caso se utilizarán las de monopolo vertical.

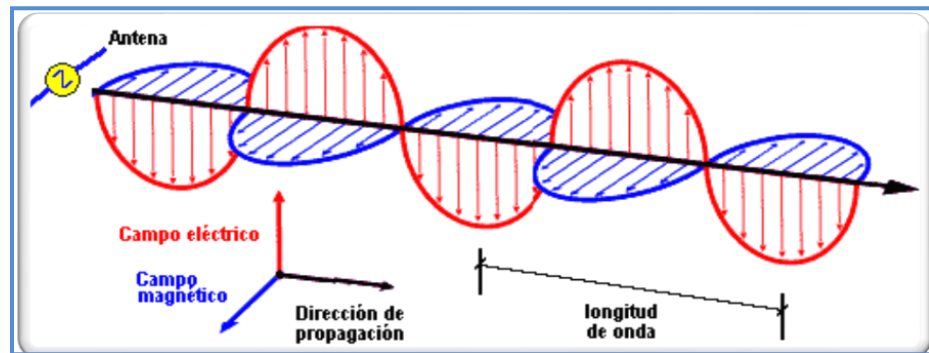
- Monopolo vertical.

El monopolo vertical o antena vertical (ver **Imagen I.8**) es una antena constituida de un solo brazo rectilíneo irradiante en posición vertical.



**Imagen I.8** Monopolo vertical [18]

La polarización de una onda es vertical (ver **Imagen I.9**) se produce cuando el campo eléctrico de la onda es perpendicular a la tierra. El radio completo de la onda consiste en una interacción de energía entre el campo magnético horizontal y el campo eléctrico vertical.



**Imagen I.9. Polarización vertical.** [19]

Característica:

Ganancia entre 2 y 6 dB, directividad de 3,28dB por encima de la media isotrópica (isotópica en el plano horizontal al de radiación).

#### **I.2.1.2 Antenas Sectoriales.**

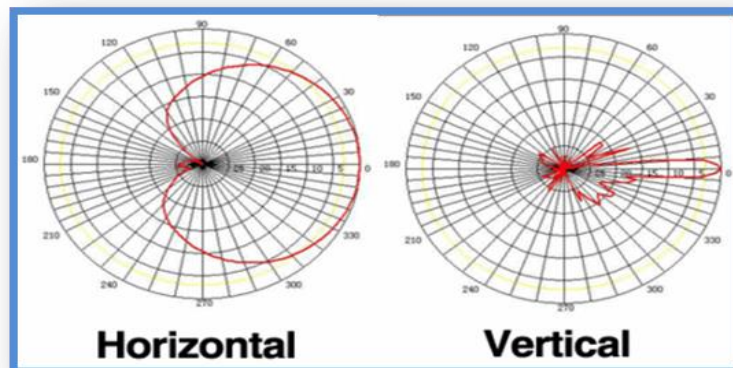
Existe como compromiso intermedio entre las antenas direccionales y las omnidireccionales. Se emplean en las estaciones bases, donde ofrecen ventajas adicionales como, mejor ganancia (a expensas de cubrir una zona más restringida) y posibilidad de inclinarlas para dar servicio a las zonas de interés.

Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional.

Para tener una cobertura de  $360^\circ$  (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) se deberá instalar dos o tres antenas



sectoriales de  $120^\circ$  o 4 antenas sectoriales de  $90^\circ$ . Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.



**Imagen I.10** Antena sectorial. [20]

A continuación podemos ver el diagrama patrón de una antena sectorial

**Imagen I.11** Diagrama de radiación antena sectorial. [21]

Un valor común de ganancia para una antena sectorial es de 14 dBi para un ancho del haz horizontal de unos  $90^\circ$  y un ancho del haz vertical de  $20^\circ$ .



### **I.2.1.3 Antenas Direccionales (Directivas).**

Las antenas direccionales son aquellas que han sido concebidas y construidas para favorecer a que la mayor parte de la energía sea radiada en una dirección en concreto. Puede darse el caso en que se desee emitir en varias direcciones, pero siempre estaremos hablando de un número de direcciones determinado donde se encontrarán el lóbulo principal y los secundarios.

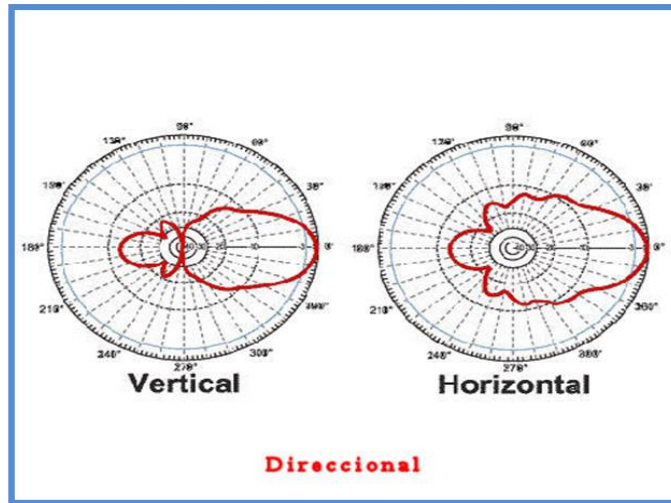
Con las antenas direccionales descubrimos el término de lóbulo principal, se trata de la dirección donde se proyectará la mayor parte de la energía. Nos interesará saber qué rango de direcciones (o abertura) recibirá el mayor porcentaje de energía y que el lóbulo principal sea lo más estrecho posible, así ganamos en direccionalidad, pero esto repercute directamente en el coste económico de la antena.

También tendremos, por el simple hecho de trabajar en un medio físico no ideal, un número determinado de lóbulos secundarios. Estos lóbulos proyectarán energía en direcciones que no son las deseadas, o en caso de recepción nos captarán señales que no provienen directamente de nuestra fuente, captando ecos y reflexiones o interferencias de otras fuentes. Normalmente nos interesará una relación entre el lóbulo principal y los secundarios lo más grande posible.

### **I.2.1.4 Antena Direccional parabólica**

Un caso especial dentro de las antenas direccionales son las antenas parabólicas. Su topología las hace muy adecuadas para una gran direccionalidad y para evitar la debilitación de la señal en la distancia.

Usando un reflector con forma parabólica conseguimos que la señal que se radia de forma radial pase a ser una onda plana, así desaparece la dispersión de la energía en la distancia. Recordemos que para cualquier antena la atenuación de la señal es de  $1/r^2$  además de la atenuación propia del aire. Con una onda plana la energía sólo tiene la atenuación del aire que es muy leve. (Ver **Imagen I.12**)



**Imagen 1.12** Diagrama de radiación de una antena direccional [22]

### 1.2.2 Cálculos para el diseño de un radio enlace.

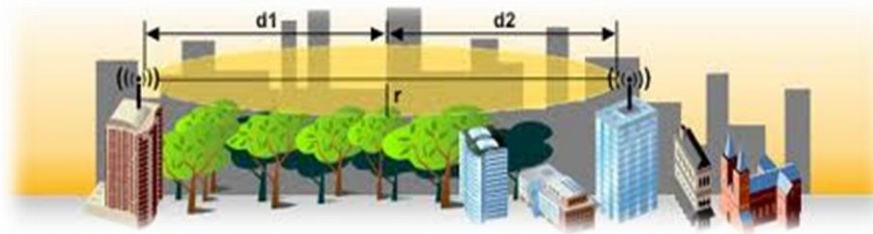
- Línea Visual

La línea visual que necesitamos para tener una conexión inalámbrica óptima desde A hasta B es más que simplemente una línea delgada. Su ancho puede ser descrito por medio del concepto de zonas de Fresnel. **Imagen 1.13**

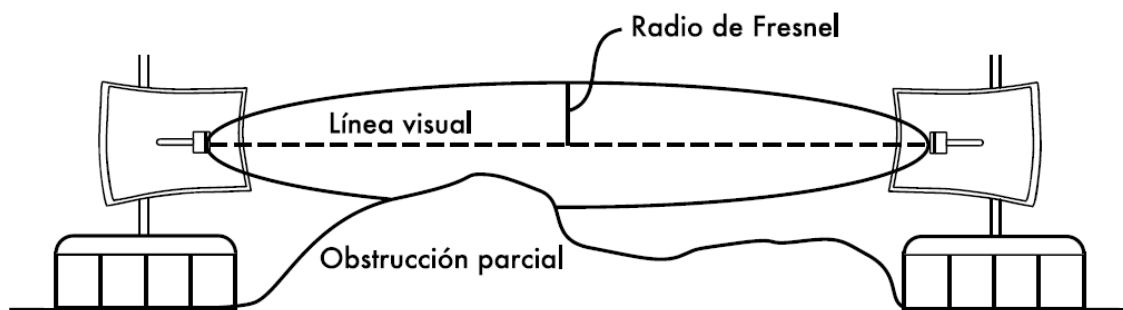
La teoría de zona de Fresnel simplemente examina a la línea desde A hasta B y luego el espacio alrededor de esa línea que contribuye a lo que está llegando al punto B. Algunas ondas viajan directamente desde A hasta B, mientras que otras lo hacen en trayectorias indirectas.

Consecuentemente, su camino es más largo, introduciendo un desplazamiento de fase entre los rayos directos e indirectos. Siempre que el desplazamiento de fase es de una longitud de onda completa, se obtiene una interferencia constructiva: las señales se suman óptimamente. Tomando este enfoque, y haciendo los cálculos, nos encontramos con que hay zonas anulares alrededor de la línea directa de A hasta B que contribuyen a la señal llega al punto B. Cabe señalar que lo que se busca es la primera zona de Fresnel, aunque hayan

muchas, por lo tanto debemos asegurarnos de que esta zona va a estar libre de obstáculos como mínimo el 60% de la primera zona de Fresnel esté libre.



**Imagen I.13.a** Enlace con despeje de zona de Fresnel. [23]



**Imagen I.13.b** Enlace con zona de Fresnel con obstrucción. [24]

La fórmula general para la zona de Fresnel está dada por:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad (I.2.a)$$

Dónde:

- ♦  $r_n$  = radio del cráneo de Fresnel en metros ( $n=1, 2, 3, \dots$ ).
- ♦  $d_1$  = distancia desde el transmisor al objeto en metros.
- ♦  $d_2$  = distancia desde el objeto al receptor en metros.
- ♦  $\lambda$  = longitud de onda de la señal transmitida en metros.

Conociendo la distancia de las antenas y la frecuencia en que se trabaja para encontrar la primera zona de Fresnel la ecuación queda:

$$r_1 = 17.31 \sqrt{\frac{d_1 * d_2}{f * d}} \quad (1.2.b)$$

Donde;

- $r_1$  = radio de la primera zona en metros,
- $d_1 = d_2$  = distancias desde el obstáculo a los extremos del enlace en metros tomando el centro del enlace como obstáculo.
- $d$  = distancia total del enlace en metros.
- $f$  = frecuencia en MHz

Donde  $r$  es el radio de la primera zona en metros,  $d_1$  y  $d_2$  son las distancias desde el obstáculo a los extremos del enlace en metros,  $d$  es la distancia total del enlace en metros, y  $f$  es la frecuencia en MHz.

- **Potencia**

En sistema de radiocomunicación, la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) es la cantidad de potencia que emitiría una antena isotrópica teórica (es decir, aquella que distribuye la potencia exactamente igual en todas direcciones) para producir la densidad de potencia observada en la dirección de máxima ganancia de una antena. El PIRE tiene en cuenta las pérdidas de la línea de transmisión y en los conectores e incluye la ganancia de la antena. El PIRE se expresa habitualmente en decibelio respecto a una potencia de referencia emitida por una potencia de señal equivalente el PIRE permite comparar emisores diferentes independientemente de su tipo, tamaño o forma. Conociendo el PIRE y la ganancia de la antena real es posible calcular la potencia real y los valores del campo electromagnético.

Está definida por la siguiente ecuación:

$$\text{EIRP} = P_{\text{rad}} D_t \text{ (watts)} \quad (1.3)$$

Donde:

EIRP = Potencia Isotrópica Radiada Equivalente dB

$P_{\text{rad}}$  = Potencia total irradiada (watts)

$D_t$  = Ganancia directiva de la antena de transmisión (adimensional)

Otra forma de calcular el EIRP es por decibeles (dB). Es solamente un método conveniente que hace que los cálculos sean muy simples. El decibel es una unidad sin dimensión, este define la relación entre dos medidas de potencia. Se expresa como:

$$dB = 10 \log \frac{p_1}{p_0} \quad (1.4)$$

Donde **P1** y **P0** pueden ser dos valores cualesquiera que queramos comparar. Normalmente, en nuestro caso, se tratará de potencia.

- Pérdidas por espacio libre

La pérdida en trayectoria por el espacio libre se suele definir como la pérdida sufrida por una onda electromagnética al propagarse en línea recta por un vacío, sin absorción ni reflexión de energía en objetos cercanos. En consecuencia, un término más adecuado para definir el fenómeno es pérdida por dispersión. La ecuación que define a la pérdida en trayectoria por el espacio libre es:

$$L_{fs} = \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 = \left( \frac{4\pi df}{c} \right)^2 \quad (1.5)$$

Siendo:

$L_{fs}$  = pérdida en trayectoria por el espacio libre (adimensional)

$d$  = distancia (Km)

$f$  = frecuencia (Hz)

$\lambda$  = longitud de onda (m)

$c$  = velocidad de la luz en el vacío ( $3 \times 10^8$  m/s)

Expresada en decibels:

$$L_{fs} = 20 \log\left(\frac{4\pi df}{c}\right) = 20 \log\left(\frac{4\pi}{c}\right) + 20 \log(f) + 20 \log(d) \quad (1.5.a)$$

Cuando la frecuencia se expresa en MHz y la distancia en Km:

$$L_{fs} = 32.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \quad (1.5.b)$$

Cuando la frecuencia se expresa en GHz y la distancia en Km:

$$L_{fs} = 92.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \quad (1.5.c)$$

- La ganancia del sistema

En el campo del trabajo teniendo presente la ganancia de la antena transmisora (GT) y la ganancia de la antena receptora (GR) esta se restan para obtener excelentes datos confiables que no es más que la ganancia del sistema la cual se puede conceptualizar de la siguiente manera :

La ganancia del sistema es la diferencia entre la potencia nominal de salida de un transmisor y la potencia mínima de entrada requerida por un receptor. La ganancia del sistema debe ser mayor o igual a la suma de todas las ganancias y pérdidas incurridas por una señal, conforme se propaga de un transmisor a un receptor.

La ganancia del sistema se utiliza para predecir la confiabilidad del mismo para determinados parámetros del sistema.

Matemáticamente, la ganancia del sistema es:

$$G_s = P_T - C_{\text{mínima}} \quad (1.6)$$

Dónde:

$G_s$  = Ganancia del sistema (dB)

$P_T$  = Potencia de salida del transmisor (dBm)

$C_{\text{mínima}}$  = Potencia mínima de entrada del receptor para un objetivo de calidad determinado (dBm)

En la ecuación se debe cumplir requerimientos mínimos:

$$P_T - C_{\text{mínima}} \geq \text{Pérdida} - \text{Ganancia} \quad (1.6.a)$$

Por lo tanto la ecuación ganancia del sistema quedará de la siguiente manera:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_{Tx} + G_{Rx} - L_{ccTx} - L_{ccRx} - L_{fs} \quad (1.7)$$

Dónde:

$P_{Rx}$  = Potencia recibida. En W.

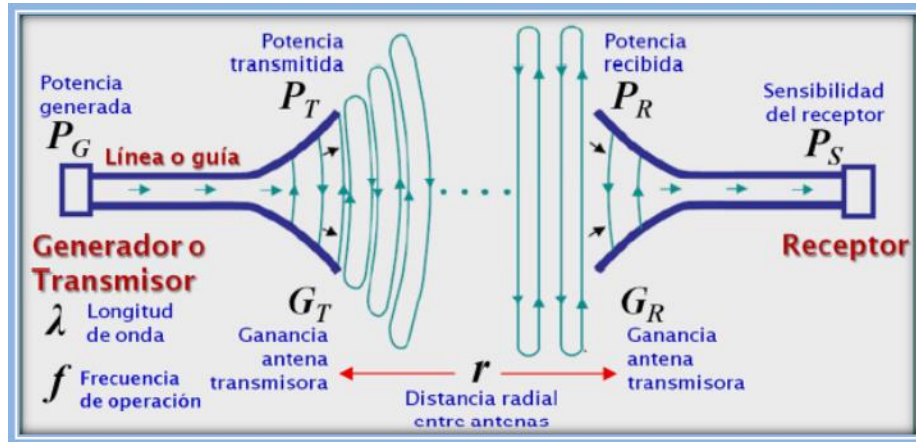
$P_{Tx}$  = Potencia transmitida. En W.

$G_{Tx}$  = Ganancia de la antena transmisora.

$G_{Rx}$  = Ganancia de la antena receptora.

$L_{ccTx}$  = Pérdidas de conectores en transmisor.

$L_{ccRx}$  = Pérdidas de conectores en receptor.



**Imagen I.14.** Elementos básicos para un radio enlace. [25]

La **imagen I.14** muestra los elementos necesario desde el punto de transmisión hasta el punto de recepción para que se llegue a dar una transmisión inalámbrica.



## **Capítulo II Estudio de Viabilidad.**

### **II.1 Viabilidad Técnica.**

Antes de adentrarnos a lo que es viabilidad técnica cabe conceptualizar lo que de manera general persigue:

Un estudio de viabilidad técnica lo que pretende es evaluar las características tecnológicas, mecanismos de control, operatividad, e implicaciones energéticas para que al final se pueda determinar si es posible llevarlo a cabo satisfactoriamente y en condiciones de seguridad con la tecnología disponible.

Por ende en este caso se analizarán las características tanto lógicas como físicas para determinar los equipos tecnológicos necesario para la operatividad de la conexión inalámbrica a internet en la comunidad “Mesas de Acicaya”.

#### **II.1.1 Caracterización de tráfico**

En este estudio se proyecta llevar a través de Internet los servicios de correo, navegación web, telefonía IP y video conferencia. En este apartado se efectuarán los cálculos del ancho de banda necesario para los servicios mencionados respecto a la cantidad de clientes o host a utilizar, este caso se contará con 10 computadoras. A continuación se detallan los requerimientos para cada servicio y poder realizar los cálculos.

##### **II.1.1.1 Requerimientos de ancho de banda para VoIP**

El servicio de telefonía por internet también llamado Voz sobre IP (VoIP por sus siglas en Ingles Voice Over IP) es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP. [26]

En este proceso es necesario que la voz se codifique para poder ser transmitida por la IP. Para ello se hace uso de codecs que garantizan la codificación y compresión de audio para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido.

En la siguiente tabla se exponen los codecs más utilizados en VoIP y se detalla información del ancho de banda de codificación.

**Tabla II.1** Comparación de los ancho de banda de los distintos codecs utilizados en VoIP [27]

Codificadores para la aplicación de VoIP				
CODEC	DRc kbps	Tt ms	Tla	Algoritmo
G.711	64	0.125	-	PCM
G.726	16, 24, 32, 40	0.125	-	ADPCM
G.729	8	10	5ms	CS-ACELP
G.723.1	6.4 – 5.3	30	7.5ms	ACELP/MP-MLQ
G.728	16	0.625	-	LD-CELP
Ilbc	15.2 13.33	20 – 30	-	BI-LPC
GSM	13	22.5	-	RPE-LTP

Como se observa en la **tabla II.1** existen distintos anchos de banda de codificación, para este estudio se ha seleccionado el códec G.729 por ser el que tiene menor requerimiento de ancho de banda.

Calculando el ancho de banda requerido

Dónde:

DRc: Tasa de datos voz codificada Kbps

Tt: Tamaño de trama

Tla: Retarde lookahead

Tamaño de trama =  $DRc * Tt$

Tamaño de trama =  $8\text{Kbps} * 10\text{ms} * 1\text{Byte}/8\text{Bits}$

Tamaño de trama = 10 Bytes

Tamaño de paquete =  $3 * 10\text{Bytes}$

Tamaño de paquete = 30 Bytes

Sobrecarga total = Cabeceras IP + Encabezado del nivel de enlace

Sobrecarga total = 40 Bytes + 38Bytes

Sobrecarga total = 78 Bytes

Tamaño del paquete VoIP = Tamaño de paquete + sobrecarga total

Tamaño del paquete VoIP = 30 Bytes + 78 Bytes = 108 Bytes

Ancho de banda (Kbps) = (Tamaño del paquete VoIP/ Duración del paquete) \*  
(8bits/ 1bytes)

Ancho de banda = (108 Bytes/30ms) \* (8bits/1Byte) = 28.8 Kbps

#### Determinar número de canales de voz

Para hacer la estimación de tráfico se va a considera que se realiza 3 llamadas en la hora más cargada. Tomando en cuenta una duración promedio de 108 segundos (1.8 minutos), en zonas rurales. [28]

Con esos datos se puede calcular el volumen de tráfico de la ecuación II.1

$$V = \sum_{i=1}^n t_i = c \cdot d_m \quad (\text{II.1})$$

$V = (3\text{llamadas/hora})(1.8\text{minutos/hora})$

$V = 5.4 \text{ minutos}$

Donde  $c$  es la cantidad de solicitudes de servicio y  $d_m$  la duración media de cada llamada.

Con el volumen de tráfico se obtiene la intensidad de tráfico de la ecuación II.2

$$A = \frac{V}{T} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i = \frac{V}{T} = \frac{c \cdot d_m}{T} [\text{Erlang}] \quad (\text{II.2})$$

$A = 5.4 \text{ minutos}/60 \text{ minutos}$

$A = 0.09 \text{ Erlang}$

Donde  $T=60 \text{ minutos}$  la cual corresponde a la hora cargada

También se tomara en cuenta el grado de servicio (GoS), siendo esta la probabilidad de que las llamadas sean bloqueadas por falta de línea. En esta red se toma un GoS de 0.05, donde 5 llamadas serán bloqueadas de 100 realizadas.

Con los datos de intensidad de tráfico (V), GoS de 0.05 (5%) y con el uso de la tabla de Erlang B (Ver anexos) se determina la cantidad de canales, que da como resultado 2 canales de voz para cursar el tráfico en la hora más cargada.

Ahora para hacer cálculo de ancho de banda requerido se requiere el número de canales de voz y ancho de banda del paquete VoIP. Con los datos se hace el cálculo.

$$BW = (2 \text{ canales}) (28.8\text{kbps})$$

$$BW = 57.6 \text{ Kbps}$$

Ancho de banda necesario para VoIP es de 57.6Kbps.

### **II.1.1.2 Requerimientos de ancho de banda para correo electrónico**

#### **Correo electrónico**

Para hacer este cálculo se necesita saber el tamaño promedio de un correo. En este tipo de comunicación puede estar contenido desde texto e imágenes hasta archivos que se adjuntan, dependiendo del servidor de correo que se tiene pueden tener capacidades desde 5MB hasta 25MB para enviar archivos.

Para correo se considera que el tamaño promedio de los archivos es de 520Kbytes.

Suponiendo que cada usuario haga uso del correo electrónico una cantidad de cuatro veces por hora, se procede a realizar los cálculos del ancho de banda por correo electrónico.

$$T_{\text{usuario}} = T_{\text{email}} * T_{\text{carga}}$$

$$T_{\text{usuario}} = (520\text{Kbytes/correo}) (4 \text{ correos}/3600\text{seg}) (8\text{bits/Bytes})$$

$$T_{\text{usuario}} = 4.62\text{Kbps}$$

Dónde:

T usuario = Trafico de correo electrónico por cada usuario

T email = Tamaño promedio del correo electrónico

T carga = Carga de correo electrónico de usuario por hora

Trafico por correo electrónico en telecentro de 10 usuarios

$T_{\text{usuario}} * 10 = 4.62\text{Kbps} * 10 = 23.1\text{Kbps}$  Trafico por correo electrónico.

### **II.1.1.3 Requerimiento de ancho de banda para acceso a páginas web**

#### **Acceso a Internet**

Para calcular los requerimientos de ancho de banda para el acceso a Internet es necesario saber cuál es el tamaño promedio en Kbytes por sitio Web.

El tamaño promedio de una página Web es de 1114Kbytes por página con un numero de 100 objetos promedio por página, también se calcula que un usuario accede a dos páginas web por minuto.

$T_{\text{usuario}} = T_{\text{sitio web}} * T_{\text{carga}}$

$T_{\text{usuario}} = (1114\text{Kbytes/sitio Web}) (1 \text{ sitio web}/30 \text{ seg}) (8\text{bits/Bytes})$

$T_{\text{usuario}} = 148.5\text{Kbps}$

Trafico de página Web en el telecentro de 10 usuarios

$T_{\text{web}} * 10 = 1485\text{Kbps}$

### **II.1.1.4 Requerimiento de ancho de banda para video conferencia**

#### **Video conferencia**

Este servicio permite realizar encuentros de audio y video sin importar la distancia.

Para este tipo de tráfico se necesita un ancho de banda alto para la cantidad de paquetes y que se logre mantener la comunicación fluida y no se pierdan datos,

lo que se traduciría a una llamada con problemas y dificultades para escuchar y enviar la información.

Para esta servicio se determinará un mínimo de 128Kbps el cual se utilizará en capacitaciones teniendo disponibilidad de la red para el streaming (transmisión) de audio y video, por esto no se considera de alta demanda como Internet.

#### **II.1.1.5 Ancho de banda necesario para un futuro telecentro.**

Esto se obtiene sumando todas las cargas de tráfico de los diferentes servicios tenemos:

$T_{\text{correo}} + T_{\text{VoIP}} + T_{\text{web}} + T_{\text{video}} =$

$23.1\text{Kbps} + 57.6\text{Kbps} + 1485\text{Kbps} + 128\text{Kbps} = 1693.7\text{Kbps}$

Ancho de banda necesario para los servicio mencionados se calculó en el peor de los caso para mantener calidad del servicio, es de 1693.7Kbps.

- Ancho de banda requerido

Los proveedores de Internet ofrecen anchos de banda de 512Kpb, 1Mbps, 2 Mbps, 4Mbps y más dependiendo del medio.

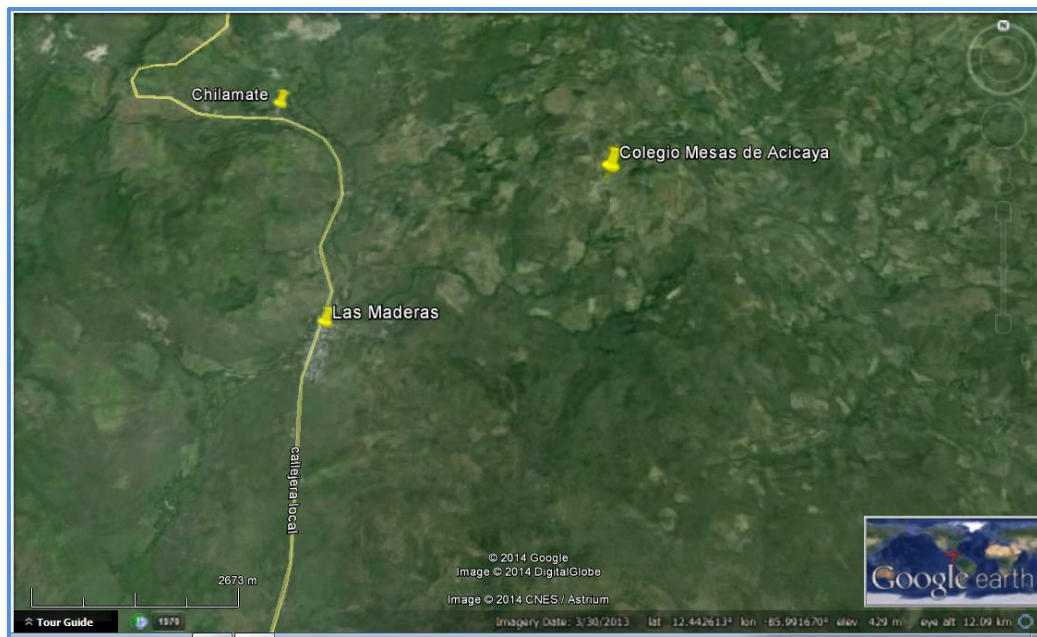
En este caso el que más se adapta a las necesidades de la red es un ancho de 2 Mbps para mantener la calidad del servicio.

## II.1.2 Diseño de Red Física

En este apartado se mostrará el diseño de un enlace de comunicación inalámbrica que tenga como host final la comunidad “Mesas de Acicaya” la cual se ubica en el municipio de Tipitapa (Ver **Imagen II.1**), a 9 km de la comarca “Las Maderas” (Ver **Imagen II.2**).

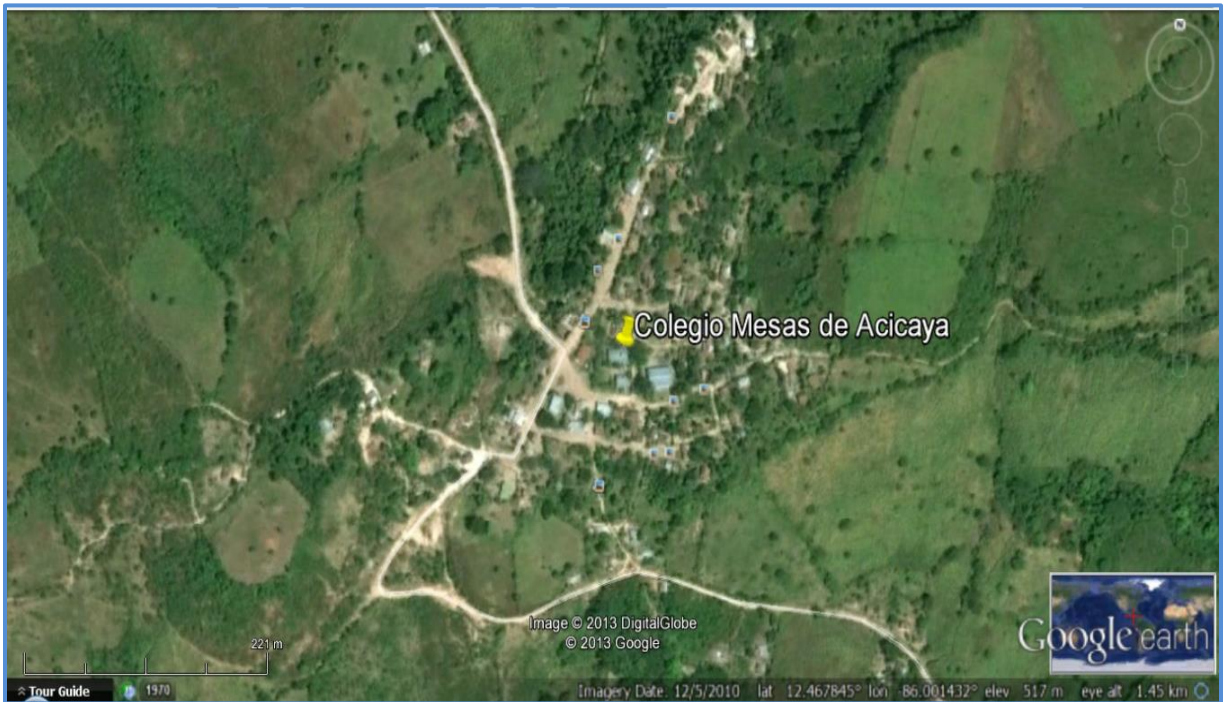


**Imagen II.1** Mapa político del municipio de Tipitapa.



**Imagen II.2** Mesas de Acicaya visto con Google Earth.

El centro de operación del proyecto estará en el colegio público “Rafaela Herrera” ubicado en el centro de la comunidad. (Ver **Imagen II.3**)



**Imagen II.3** Colegio Rafaela Herra ubicado en comunidad Mesas de Acicaya.

Las coordenadas del colegio “Rafaela Herrera “ de la comunidad “Mesas de Acicaya” es: 12°28'4.28"N y 86° 0'4.93"O, en formato DMS (grados, minutos, segundos) ó 12.467855° y -86.001371° (en grados decimales) a una altura de 512 mts sobre el nivel del mar.

También en dicho apartado se especificará el modelo de propagación a usar, se hará el cálculo de presupuesto del enlace, se determinarán los requerimientos técnicos mínimos de los equipos para luego comparar y seleccionar proveedores y obtener los costos de todos los equipos necesarios para la red.





*Imagen II.4 Colegio "Rafaela Herrera" ubicado en Mesas De Acicaya.*

#### **II.1.2.1 Modelo de propagación.**

Un modelo de propagación es un conjunto de expresiones matemáticas, diagramas y algoritmos usados para representar las características de radio de un ambiente dado.

Generalmente los modelos de predicción se pueden clasificar en empíricos o estadísticos, teóricos o determinísticos o una combinación de estos dos (semi-empíricos).

Mientras que los modelos empíricos se basan en mediciones, los modelos teóricos se basan en los principios fundamentales de los fenómenos de propagación de ondas de radio. Los modelos de propagación predicen la pérdida por trayectoria que una señal de RF pueda tener entre una estación base y un receptor móvil o fijo. La ventaja de modelar radiocanales teniendo en cuenta las características de la trayectoria entre Transmisor (Tx) y Receptor (Rx), es conocer la viabilidad de los proyectos que se deseen planear en determinados sectores, de esta manera se podrá hacer una estimación acerca de la necesidad, costos y capacidad de los equipos requeridos.

En este diseño se simulará con el modelo semi empírico Longley Rice que permite realizar cálculos de propagación para enlaces punto a punto y punto a zona.

Este modelo predice la posible propagación a larga-media distancia sobre terreno irregular, ha sido diseñado para operar a frecuencias superiores a 20 MHz hasta los 20GHz, también ha sido diseñado para análisis de enlaces de largas distancias desde 1 a 2000Km. [29]

También es un modelo estadístico pero toma en cuenta muchos más parámetros para el cálculo de las pérdidas:

- Altura media del terreno (ondulación)
- Refracción de la troposfera
- Perfiles del terreno
- Conductividad y permitividad del suelo
- Clima

Para el cálculo de la propagación, el modelo Longley-Rice tiene los siguientes parámetros comunes al de otros modelos de propagación:

Frecuencia: el rango de frecuencias nominales para el modelo varía entre 20MHz y 20GHz.

ERP (Effective Radiated Power): potencia efectiva de radiación, se introducen en las unidades que fije el usuario en la opción de configuración del sistema (mW, W, kW, dBm, dBW, dBk).

Polarización: debe especificarse si se trabaja con polarización horizontal o vertical. El modelo de Longley-Rice asume que ambas antenas tienen la misma polarización, vertical y horizontal.

Refractividad: la refractividad de la atmósfera determina la cantidad de “bending” o curvatura que sufrirán las ondas radio. Para el modelo Longley-Rice, hay tres formas de especificar la refractividad. Se puede introducir el valor de

refractividad de superficie directamente, típicamente en el rango de 250 a 400 Unidades de  $N$  (correspondiente a valores de curvatura de la tierra de 1.232 a 1.767). Una curvatura efectiva de la tierra de  $4/3$  ( $=1.333$ ) corresponde a una refractividad de superficie de valor aproximadamente 301 Unidades de  $N$ . Longley y Rice recomiendan este último valor para condiciones atmosféricas promedio. Se dice que la onda está en condiciones de  $K = 4/3$ , que es el valor para una atmósfera estándar, ya que de acuerdo a valores experimentales se encontró que éste era el valor medio. [30]

De manera que el factor  $K$  multiplicado por el radio terrestre da el radio ficticio de la Tierra. La relación entre los parámetros “ $K$ ” y “ $N$ ”, viene dada por la siguiente expresión:

$$N_s = 179.3 \cdot \ln \left[ \frac{1}{0.046665} \left( 1 - \frac{1}{K} \right) \right] \quad (II.3)$$

Para el cálculo de las pérdidas el modelo usa la teoría de la difracción, la refracción troposférica y el escatering del terreno. Las pérdidas adicionales están basadas en medidas tomadas en varias situaciones.

Para la aplicación del modelo se utilizará el software de simulación Radio Mobile donde se requieren los siguientes parámetros (Ver **tabla II.2**)

Las pérdidas por difracción sobre obstáculos aislados son estimadas usando los modelos de filo de cuchillo de Fresnel-Kirchoff. La teoría de dispersión hacia delante (Forward scatter) se usa para hacer las predicciones de la dispersión troposférica sobre largas distancias, y las pérdidas por difracción del campo lejano en trayectorias de doble horizonte se predicen por un método modificado de Van der Pol-Bremmer. El modelo de predicción de propagación de Longley-Rice también se le conoce como el modelo de terreno irregular ITS [31].

Ha habido muchas modificaciones y correcciones al modelo de Longley-Rice desde su publicación original. Una modificación importante trata con la propagación de las ondas de radio en áreas urbanas, y esto es particularmente relevante.

En el caso del software empleado en este proyecto, se requieren los siguientes parámetros para aplicar el modelo:

**Tabla II.2** Parámetros de entrada para el modelo Longley and Rice de Radio Mobile [32]

Parámetro del sistema	
Frecuencia	20MHz a 20GHz
Distancia	1 a 2000 Km
Potencia de Tx	10nW a 1MW
Sensibilidad de Rx	0.01 a 2000 $\mu$ V
Pérdidas de la línea	0 a 500 dB
Ganancia de la antena	-10 a 100dBi
Rango de alturas	Hasta 30000m
Polarización de la antena	Vertical u horizontal
Parámetros ambientales	
Parámetros de irregularidad del terreno	[m]
Permitividad y conductividad	S/m
Clima	7 tipos
Refractividad de la superficie $N_s$	250 a 400 unidades N

### Parámetros del sistema

Los parámetros del sistema son aquellos que están relacionados directamente al sistema de comunicación involucrado y que son independientes al ambiente. Es importante mencionar que la frecuencia es la frecuencia de la portadora, la distancia se refiere a la longitud del trayecto entre las dos terminales, la altura de la antena es de cada terminal y se mide por encima del suelo, las pérdidas de la línea promedio son de 0.5dB y se asume que la polarización de las antenas en ambas terminales es la misma.

### Parámetros ambientales

Los parámetros ambientales son aquellos que describen el ambiente en el que el sistema va a operar. Sin embargo, son independientes del sistema.

### Parámetro de irregularidad del terreno

El parámetro de irregularidad del terreno,  $\Delta h$ , se refiere al terreno que separa ambas terminales y es tratada como una función aleatoria de la distancia entre

las terminales. Para caracterizar esta función aleatoria el modelo ITS utiliza un valor  $\Delta h$  para representar de manera sencilla el tamaño de las irregularidades, dicho valor es el rango promedio de las elevaciones y los valores sugeridos se muestran a continuación en la Tabla.

**Tabla II.3** Valores sugeridos de  $\Delta h$

	$\Delta h$ [m]
<b>Plano (agua tranquila)</b>	0
<b>Llanos</b>	30
<b>Colinas</b>	90
<b>Montañas</b>	200
<b>Montañas toscas</b>	500
<b>Terreno promedio</b>	90

### Permitividad y Conductividad

Tanto la permitividad relativa o constante dieléctrica del medio y la conductividad tienen valores típicos sugeridos para este estudio se tomó el dato para tierra promedio.

**Tabla II.4** Valores sugeridos de permitividad y conductividad.

	Permitividad Relativa	Conductividad [S/m]
<b>Tierra promedio</b>	15	0.005
<b>Tierra pobre</b>	4	0.001
<b>Tierra buena</b>	25	0.020
<b>Agua fresca</b>	81	0.010
<b>Agua de mar</b>	81	5.0

La refractividad de la superficie,  $N_s$ , determina la curvatura que sufrirán las ondas de radio al propagarse. Las constantes atmosféricas, y en particular la refractividad de la atmósfera, debe de ser tratada como una función aleatoria de la posición y del tiempo. Para la mayoría de los propósitos esta función aleatoria puede ser caracterizada por el simple valor  $N_s$  que representa el valor normal de la refractividad cerca de los niveles terrestres; usualmente se mide en unidades N (partes por millón), los valores sugeridos son mostrados en la Tabla que está a continuación del párrafo siguiente.

## Clima

Existen 7 tipos de clima que junto con  $N_s$  sirven para caracterizar la atmósfera y su variabilidad en el tiempo. Los climas disponibles se presentan en la Tabla siguiente:

**Tabla II.5** Climas y valores sugeridos para  $N_s$

Clima	$N_s$ [unidades N]
<b>Ecuatorial</b>	360
<b>Subtropical Continental</b>	320
<b>Subtropical Marítimo</b>	370
<b>Desierto</b>	280
<b>Templado Continental</b>	301
<b>Templado Marítimo, tierra</b>	320
<b>Templado Marítimo, mar</b>	350

Para condiciones atmosféricas promedio se utiliza un clima Templado Continental y un  $N_s = 301$  [unidades N]

## Parámetros de implementación

Los parámetros de implementación tratan de caracterizar las interacciones de las terminales dentro de un cierto tipo de ambiente. El modelo ITS ha previsto dicha interacción para cada terminal.

## Parámetros estadísticos

Los parámetros estadísticos son aquellos que describen el tipo y variedad de estadísticas que el usuario desea obtener.

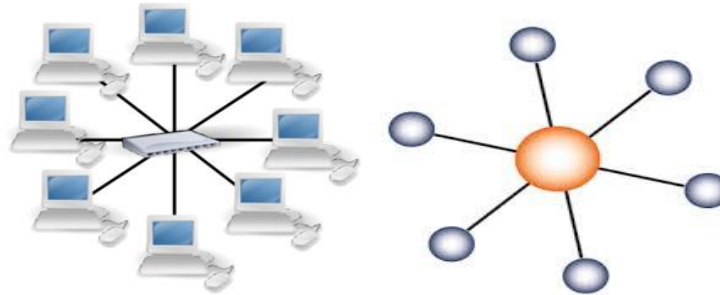
### II.1.2.2 Topología de Red física

La topología de red hace referencia a un nivel más abstracto, considerando por ejemplo: velocidad de transmisión de datos y confiabilidad de conexión. Las redes pueden tomar muchas formas diferentes dependiendo de cómo están interconectados los nodos. Entre las diferentes topologías están:

- Punto a Punto (PTP)
- Bus.
- Anillo.

- Estrella.(Punto a Multi Punto - PTMP)
- Árbol.
- Malla.

En este caso se usan dos tipos de topología punto a punto y estrella.



**Imagen II.5:** Topología de Red Estrella

**Topología estrella**, cada nodo se conecta directamente a un concentrador central. En una topología en estrella todos los datos pasan a través del concentrador antes de alcanzar su destino. Esta es una topología común tanto en Ethernet como inalámbrica. Teniendo presente dentro del diseño un “Switch” (Conmutador) se dejará solamente la “espera” para un Hub (concentrador) y así en un futuro en otra etapa del proyecto se realicen conexiones de computadoras como máximo 10, bajo el modelo estrella desde el cual se re direccionaran los datos al computador adecuado.

**Topología punto a punto:** un conjunto de nodos conectados en una línea. Cada nodo conecta a sus dos nodos vecinos excepto el nodo final que tiene solo un nodo vecino.



**Imagen II.6** Enlace punto a punto. [33]

### II.1.2.3 Diseño.

Para iniciar con el estudio es necesario ubicar el punto donde se quiere llevar el servicio y donde se ubica nuestro proveedor de Internet. Ver **tabla II.6**

**Tabla II.6** *Coordenadas geográficas de las estaciones necesarias para el enlace.*

#### Enlace Chilamate-Colegio “ Rafaela Herrera “

Ubicación	Coordenadas	Altitud
Chilamate	12.481473° -86.050352°	159.5mts
Colegio “ Rafaela Herrera “	12.467855° -86.001371°	516.2mts

La simulación del enlace se hará con el programa Radio Mobile.

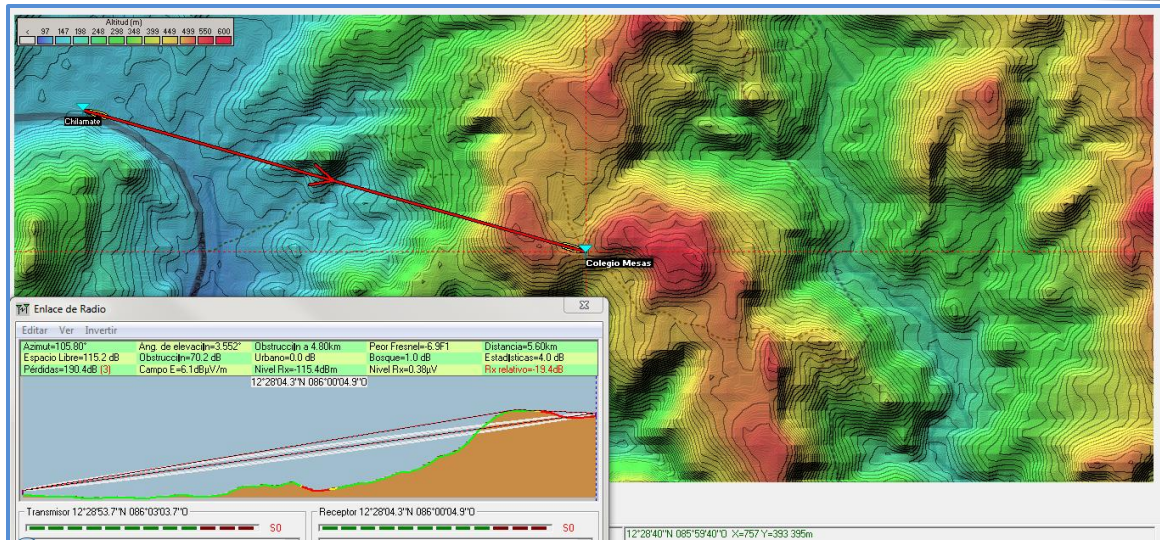
Haciendo una simulación de prueba con las frecuencias de trabajo del estandar 802.11g para verificar si existe linea de vista desde la comunidad los “Chilamates” al Colegio “Rafaela Herrera” ubicado este último en comunidad “Mesas de Acicaya” se observa que no es posible realizar el radioenlace porque esta presente una obstrucción debido a la topografia del terreno. Ver **Imagen II.7 y II.8.**

Para este tipo de enlace se necesita tener linea de vista al no ser asi se procede a buscar otra opción.

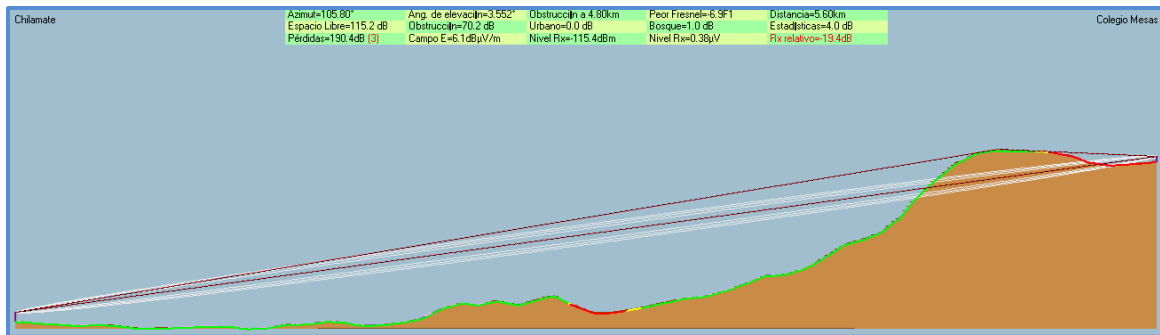
Una vez que se detectó el obstáculo se ha buscado como evadirlo colocando repetidores, esto se hace buscando el punto más alto del obstáculo encontrado, para que sea el punto de instalación de una futura estación base.

Simulando el enlace con un repetidor, ahora se tiene dos enlaces Chilamates – Loma (“Potrero viejo”) y Loma (“Potrero viejo”) – Escuela Rafaela Herrera con 4.72Km y 0.8Km respectivamente ver **imagen II.9 e imagen II.10.**

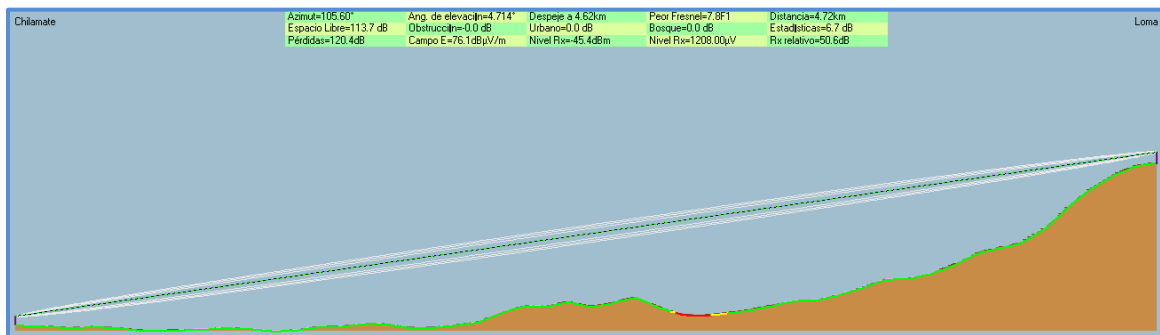




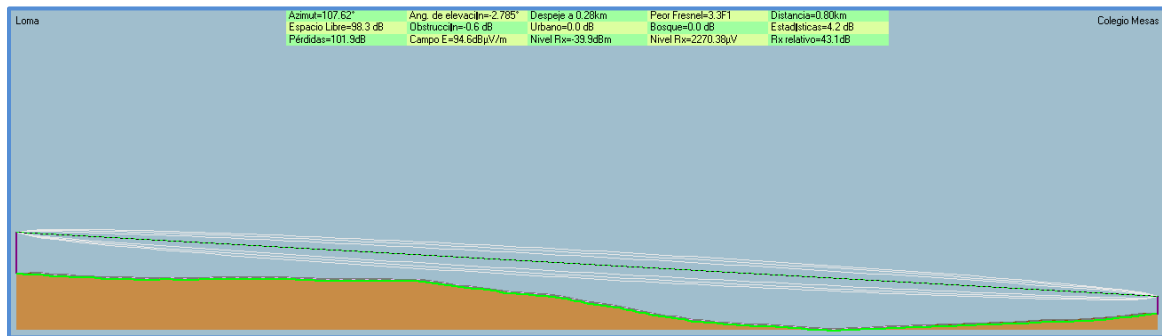
**Imagen II.7 Simulación del enlace desde Chilamates- Colegio Rafaela Herrera.**



**Imagen II.8 Simulación Chilamates – Colegio Rafaela Herrera.**



**Imagen II.9 Enlace Chilamate – Loma. Distancia 4.72Km.**



**Imagen II.10** Enlace Loma – Escuela Rafaela Herrera. Distancia 0.8Km.

#### II.1.2.4 Factores condicionantes

- Frecuencia de trabajo
- Distancia de las antenas

Para la creación de un radio enlace lo principal es conocer la distancia que las antenas tienen, para adaptar el resto de materiales con respecto a la distancia.

En un enlace inalámbrico a mayor distancia, las pérdidas incrementan. La distancia máxima la determina el hardware que se utilice, dependiendo de esto, la distancia máxima puede llegar hasta 50Km.

En un radio enlace se recomienda que siempre exista una línea visual entre las antenas (LOS), esto para disminuir pérdidas.

Las pérdidas de señal por propagación entre antenas se pueden calcular con la **Ecuación I.5.c:**

$$L_{fs} = 92.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \quad (I.5.c)$$

Por lo tanto el sistema de comunicación el cual se está analizando en el presente estudio tiene dos radios enlaces, el de mayor distancia tiene 4720mts y uno de 800mts de distancia.

Para calcular  $L_{fs}$  en un enlace con una distancia de 4.72Km se introducen datos en la **Ecuación I.5.c**

Partiendo de **Ecuación 1.5.c** y desarrollándola:

$$L_{fs} = 92.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \quad (1.5.c)$$

$$L_{fs} = 92.4 + 20 \log(2.4) + 20 \log(4.72)$$

$$L_{fs} = 92.4 + 7.6 + 13.62 = 113.62dB$$

Por lo tanto las pérdidas por espacio libre ( $L_{fs}$ ) para el enlace de 4.72Km es de 113.62dB.

Siguiendo con la **Ecuación 1.5.c** Para una distancia de 800mts e introduciendo datos en  $L_{fs}$ , la perdida de señal por propagación es de 98.06 dB

$$L_{fs} = 92.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \quad (1.5.c)$$

$$L_{fs} = 92.4 + 20 \log(2.4) + 20 \log(0.8)$$

$$L_{fs} = 92.4 + 7.6 - 1.94 = 98.06dB$$

- Zona de Fresnel

Partiendo de la formula general para calcular la primera zona de Fresnel (**Ecuación 1.2.b**) se llega a la siguiente ecuación.

$$r_1 = 17.31 \sqrt{\frac{d_1 * d_2}{f * d}} \quad (1.2.b)$$

Y con una frecuencia de 2412MHz y una distancia total de 4720 mts, desarrollando la **ecuación 1.2.b** de zona de Fresnel da como resultado

$$r_1 = 17.31 \sqrt{\frac{2360 * 2360}{2412 * 4720}} = 17.31 \sqrt{\frac{5569600}{11384640}} = 12.10 mts$$

Los niveles mínimos permisibles para realizar un radio enlace, además de línea visual se necesita tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel esto es igual a:

$$r_1 * 60\% = 60\% * 12.20mts = 7.26mts \quad (II.4)$$

Cálculo de zona Fresnel para enlace de 800mts.

$$r_1 = 17.31 \sqrt{\frac{400 * 400}{2412 * 800}} = 17.31 \sqrt{\frac{160000}{1929600}} = 4.98 mts$$

Despeje de primera zona de Fresnel

$$r_1 * 60\% = 60\% * 4.89mts = 2.99mts$$

- Ganancia de Antenas

La ganancia determina la calidad final del enlace, así como el tipo de antena elegida.

En el enlace de comunicación inalámbrico en estudio se utilizarán antenas unidireccionales y omnidireccionales

#### II.1.2.4.1 Requerimientos mínimos

Para determinar los requerimientos mínimos para el presupuesto del enlace se propone un margen de recepción de potencia de 20dB, se toma en cuenta distancia del enlace, potencia de transmisión, perdidas en los cables transmisor como receptor, ganancia del transmisor, perdidas por espacio libre, ganancia del receptor y sensibilidad del receptor e introduciendo valores en la **Ecuacion II.7**

$$M_{dB} = P_{TX} - P_{cTX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - P_{CRX} - S_{RX} \quad (II.7)$$

Tenemos la ecuación de margen de potencia de recepción

Finalmente los requerimientos mínimos que deben cumplir los equipos que se escojan para la implementación del sistema de transmisión 802.11g en la banda 2.4GHz están descritos en la **tabla II.7**.

**Tabla II.7** Requerimientos mínimos para lograr el enlace de 4.8Km.

REQUERIMIENTOS MÍNIMOS	
Frecuencia de Operación	2400MHz
Potencia TX	Mayor a 24 dBm
Umbral RX	-75 dBm
Ganancia TX	24 dBi
Ganancia RX	24 dBi

### II. 1.2.5 Comparando Equipos

Una vez que se tiene los requerimientos mínimos para el enlace se procede a comparar diferentes proveedores para determinar cuál de estos presenta las mejores características, siempre teniendo en cuenta requerimientos y costos.

#### Potencia de transmisión de las antenas.

En todo sistema de transmisión inalámbrica la potencia determina el alcance del enlace y a mayor potencia mayor alcance.

En este estudio se han seleccionado para la simulación y posterior despliegue de red radios de transmisión Airmax Rocket M2 (Ver Anexo) de la marca Ubiquiti cuyas características se presentan en la tabla II.8:

**Tabla II.8** Tabla comparativa de especificaciones técnicas de radio transmisores

	Airmax Rocket M 2	Canopy 2400BH [34]
<b>Potencia de transmisión</b>	28dBm	33dBm
<b>Tolerancia</b>	+/- 2dB	+/- 2dB
<b>Data Rate (Tasa de Datos)</b>	1-24Mbps	1 – 20Mbps
<b>Sensibilidad</b>	-97dB	-86dBm

Potencia de Transmisión Antena Cliente**Tabla II.9** Tabla comparativa de especificaciones técnicas de antenas de cliente.

	Nano Station M	Canopy SM 2400SM [35]
<b>Potencia de transmisión</b>	23dBm	33dBm
<b>Tolerancia</b>	+/- 2dB	+/- 2dB
<b>Data Rate (Tasa de Datos)</b>	1-24Mbps	1 – 20Mbps
<b>Sensitivity</b>	-83dB	-86dBm

Ganancia de antena unidireccional**Tabla II.10** Tabla comparativa de especificaciones de antenas Direccionales

	ROCKET DISH ANTENNA	Canopy Antena
<b>Frecuency Range</b>	<b>2.3 - 2.4 GHz</b>	<b>2.3 - 2.4 GHz</b>
<b>Gain (Ganancia)</b>	<b>24dBi</b>	<b>8dBi</b>
<b>F/B Ratio</b>	<b>-50 dB (Rx Dish) -65 dB (Tx Dish)</b>	<b>50 dB (Rx Dish) -65 dB (Tx Dish)</b>
<b>Max VSWR(ROE)</b>	<b>1.6:1</b>	<b>1.8:1</b>
<b>Polarization</b>	<b>Dual linear</b>	<b>Dual linear</b>

Ganancia Antena cliente final**Tabla II.11** Tabla comparativa de especificaciones técnicas de antena y radio cliente.

	Nano Station M	Canopy Antena SM [36]
Frecuency Range	<b>2.3 - 2.4 GHz</b>	<b>2.3 - 2.4 GHz</b>
Gain (Ganancia)	<b>11dBi</b>	<b>8 dBi</b>
Polarization	<b>Dual linear</b>	<b>Dual linear</b>

**II.1.2.6 Presupuesto de Enlace**

- Formula General (Ganancia del sistema, factibilidad del enlace o sistema)

El nivel de recepción de señal en función de todos los factores condicionantes se calcula con la fórmula antes descrita Ec. I.7:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_{Tx} + G_{Rx} - L_{ccTx} - L_{ccRx} - L_{fs}$$

**Ecuación I.7 Ganancia del sistema**

Donde:

$P_{Rx}$  : Potencia Recibida de la señal en dB

$P_{Tx}$  : Potencia transmitida de la señal en dBm.

$G_{Tx}$ : Ganancia de la antena en transmisión en dB.

$G_{Rx}$  : Ganancia de la antena en recepción en dB.

$L_{ccTx}$ : Pérdidas por los conectores y cable en transmisión en dB.

$L_{ccRx}$  : Pérdidas por los conectores y cable en recepción en dB.

$L_{fs}$  : Pérdidas por propagación de la señal en función de la frecuencia de operación y distancia

**Presupuesto del enlace con Proveedor Ubiquiti - Airmax**

Presupuesto enlace 4720mts (4.72 KM)

**Tabla II.12** Tabla donde se muestran los resultados de presupuesto de enlace de 4.72Km.

Datos	Elementos	Valores
<b>Distancia: 4.72Km</b>  <b>Frecuencia: 2.4Ghz</b>	Salida del Transmisor	+28dBi
	Cables y conectores	-3dB
	Antena Tx	+24dBi
	Perdidas por espacio libre	-114dB
	Antena Rx	+24dBi
	Cables y conectores	-3dB
	Sensibilidad del receptor	-(-97dBm)
	Total (margen)	+53dB

Presupuesto enlace 800mts Loma – Colegio

**Tabla II.13** Tabla donde se muestran los resultados de presupuesto de enlace de 0.8Km.

Datos	Elementos	Valores
<b>Distancia: 0.8Km</b>  <b>Frecuencia: 2.4Ghz</b>	Salida del Transmisor	+28dBi
	Cables y conectores	-3dB
	Antena Tx	+15dBi
	Perdidas por espacio libre	-98dB
	Antena Rx	+11dBi
	Cables y conectores	-3dB
	Sensibilidad del receptor	-(-83dBm)
	Total (margen)	+33dB



Presupuesto enlace 800mts Colegio – Loma

**Tabla II.14** Tabla donde se muestran los resultados de presupuesto de enlace de 0.8Km

Datos	Elementos	Valores
<b>Distancia: 0.80Km</b>  <b>Frecuencia: 2.4Ghz</b>	Salida del Transmisor	+23dBi
	Cables y conectores	-3dB
	Antena Tx	+11dBi
	Perdidas por espacio libre	-98dB
	Antena Rx	+15dBi
	Cables y conectores	-3dB
	Sensibilidad del receptor	-(-97dBm)
	Total (margen)	+42dB

El margen mínimo permisible en un presupuesto de enlace es de 10dB esto es el margen de confiabilidad para que exista comunicación sin importar el tipo de terreno o fenómeno en la zona del enlace, en este cálculo de presupuesto se obtuvieron márgenes mayores de 10dB, lo que nos indica que tenemos excelentes enlaces y seguros ante cualquier evento meteorológico.

## Hardware a utilizar



**Imagen II.13** Radio Nano Station M2

**Imagen II.11** Radio Airmax  
Rocket M2<sup>10</sup>



**Imagen II.12** Antena Rocket Dish



**Imagen II.14** Acces Point para  
exteriores UniFi

<sup>10</sup> Ver especificaciones de equipos en anexo.

### II.1.2.7 Simulación en Radio Mobile.

Radio Mobile es un programa de simulación de radiopropagación gratuito desarrollado por Roger Coudé para predecir el comportamiento de sistemas radio, simular radioenlaces y representar el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones, entre otras funciones.

El software trabaja en el rango de frecuencias entre 20 MHz y 20 GHz y está basado en el modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) o modelo Longley-Rice.

Radio Mobile utiliza datos de elevación del terreno que se descargan gratuitamente de Internet para crear mapas virtuales del área de interés, vistas estereoscópicas, vistas en 3-D y animaciones de vuelo.

Los datos de elevación se pueden obtener de diversas fuentes, entre ellas del proyecto de la NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Misión que provee datos de altitud con una precisión de 3 segundos de arco (90m).

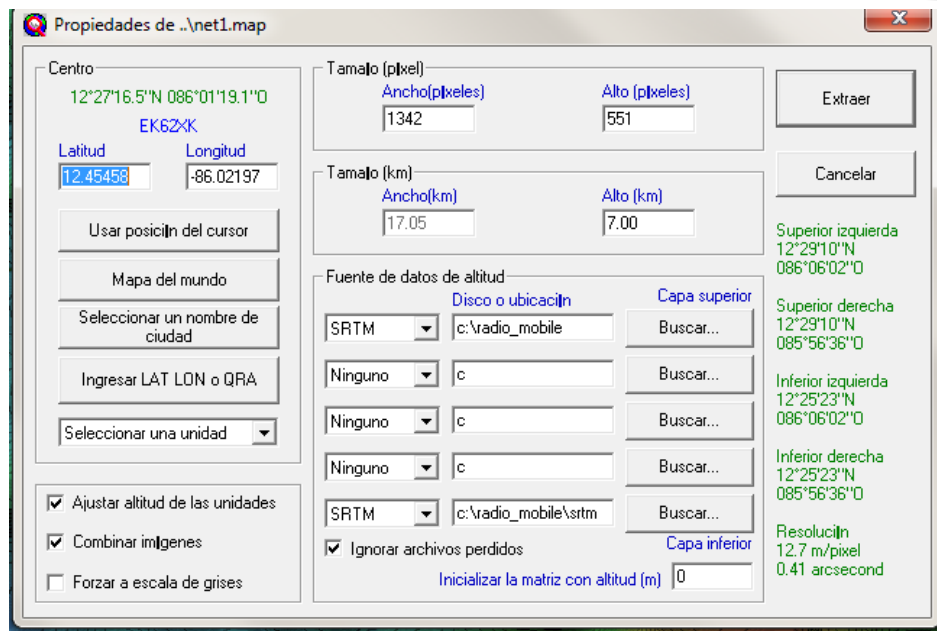
[37]

En este programa se necesita ingresar los parámetros mencionados en la **tabla**

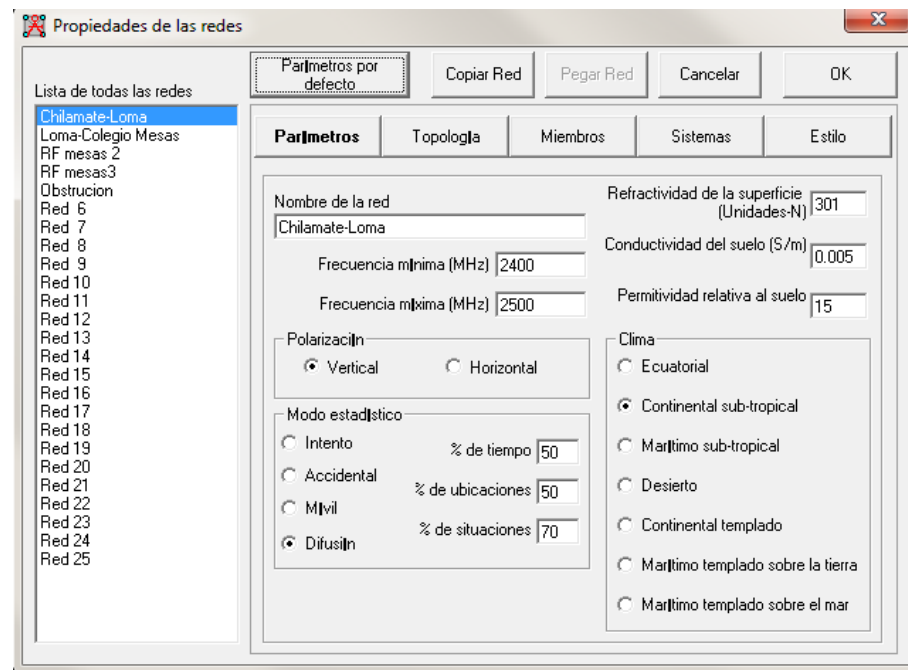
## II.2

Para realizar la simulación, primero se necesita tener el mapa topográfico del terreno, donde se ingresa la coordenadas, y se determina ancho y alto del mapa (Ver **Imagen II.15**), se determinó una frecuencia de trabajo de 2.4GHz, polarización vertical, se seleccionó un suelo promedio con conductividad del suelo 5mS/m, permitividad relativa al suelo de 15, refractividad de la superficie 301N, clima sub-tropical (Ver **Imagen II.16**).

Una vez que se tienen las especificaciones de los equipos a utilizar se verifica simulando en Radio Mobile, ingresando las coordenadas (Ver **tabla II.11**)



**Imagen II.15** Propiedades del mapa en Radio Mobile

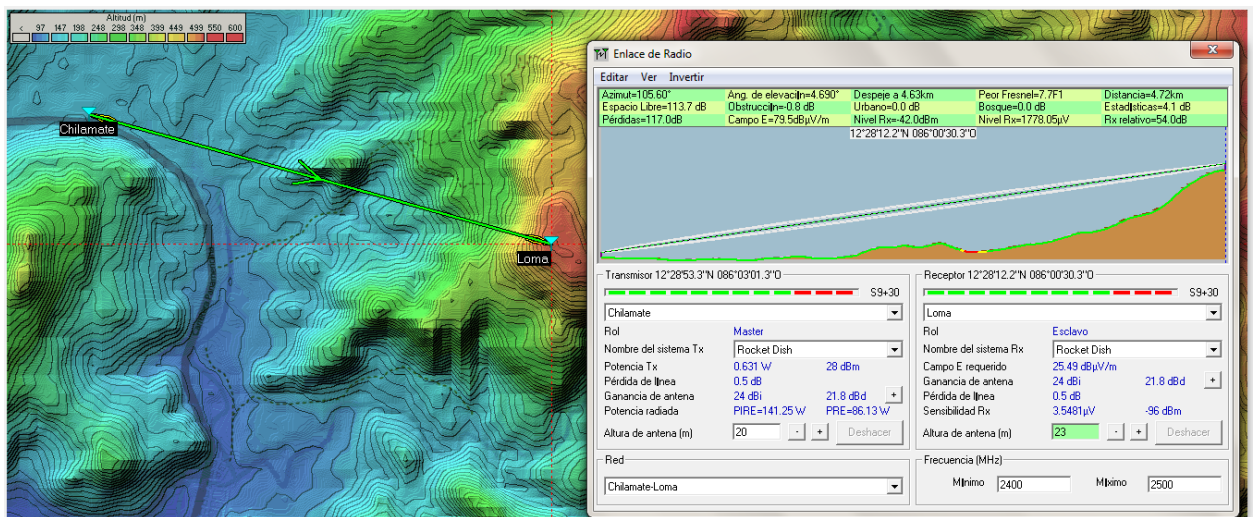


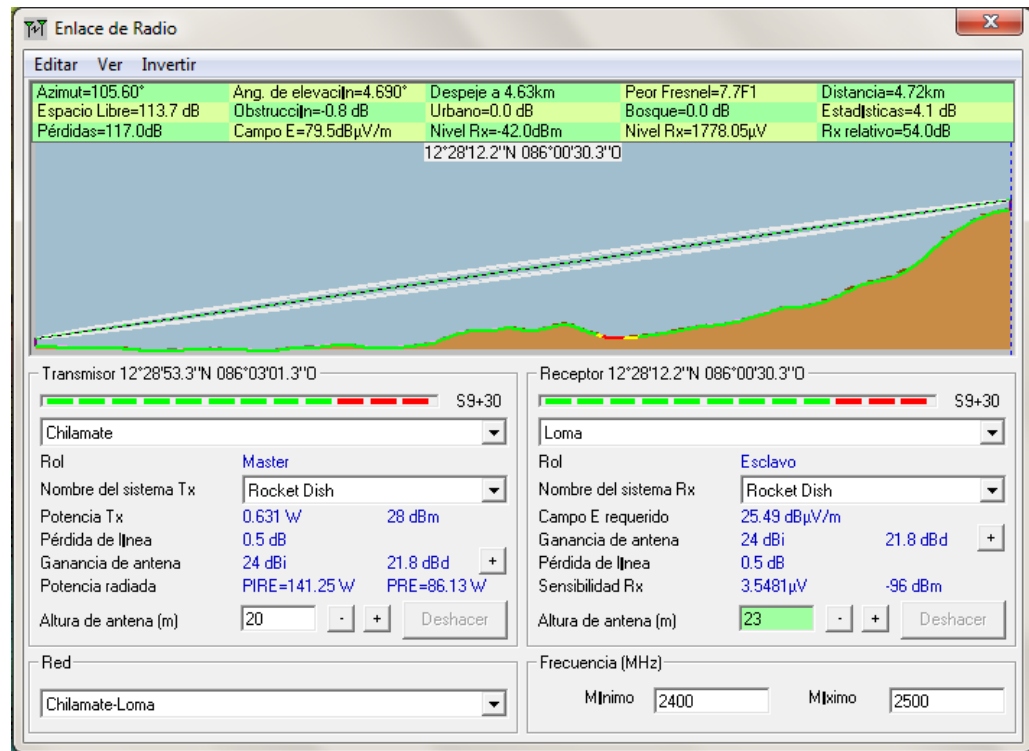
**Imagen II.16** Parámetro de Radio Mobile

**Tabla II.15** Localización de las estaciones requeridas para el enlace.

Puntos a simular			
	Coordenadas		Altitud
Chilamate	12.48147	-86.05035	159.5mts
Colegio “Rafaela Herrera”	12.46786	-86.00137	516.2mts
Loma (Potrero viejo)	12.47004	-86.00842	542 mts.

Utilizando el Software de libre distribución Radio Mobile tenemos los enlaces Chilamate – Loma y Loma – Chilamate.

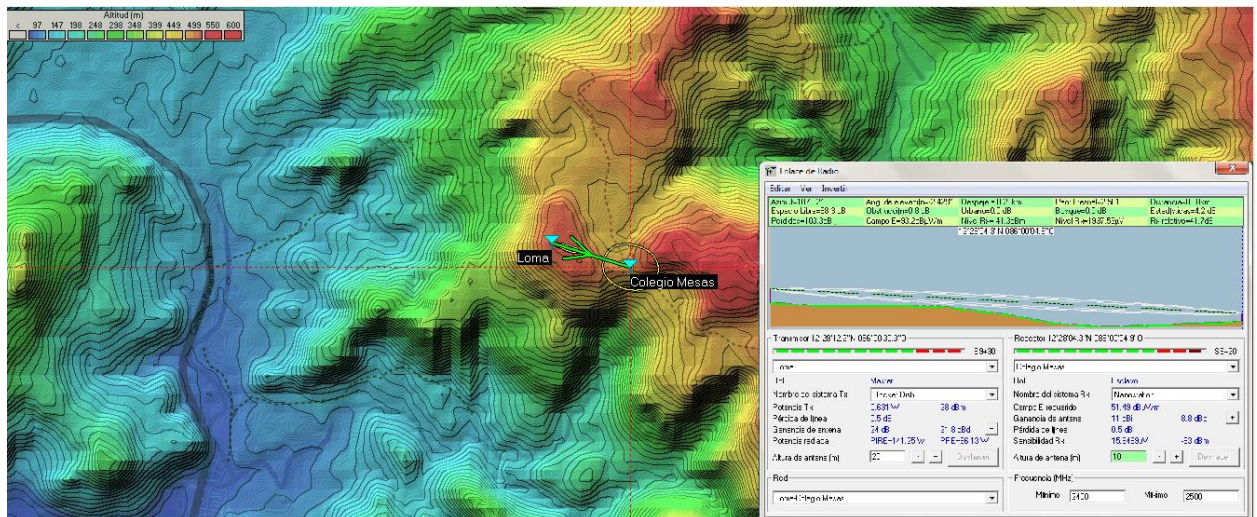
**Imagen II.17** Simulación Enlace Chilamate-Loma



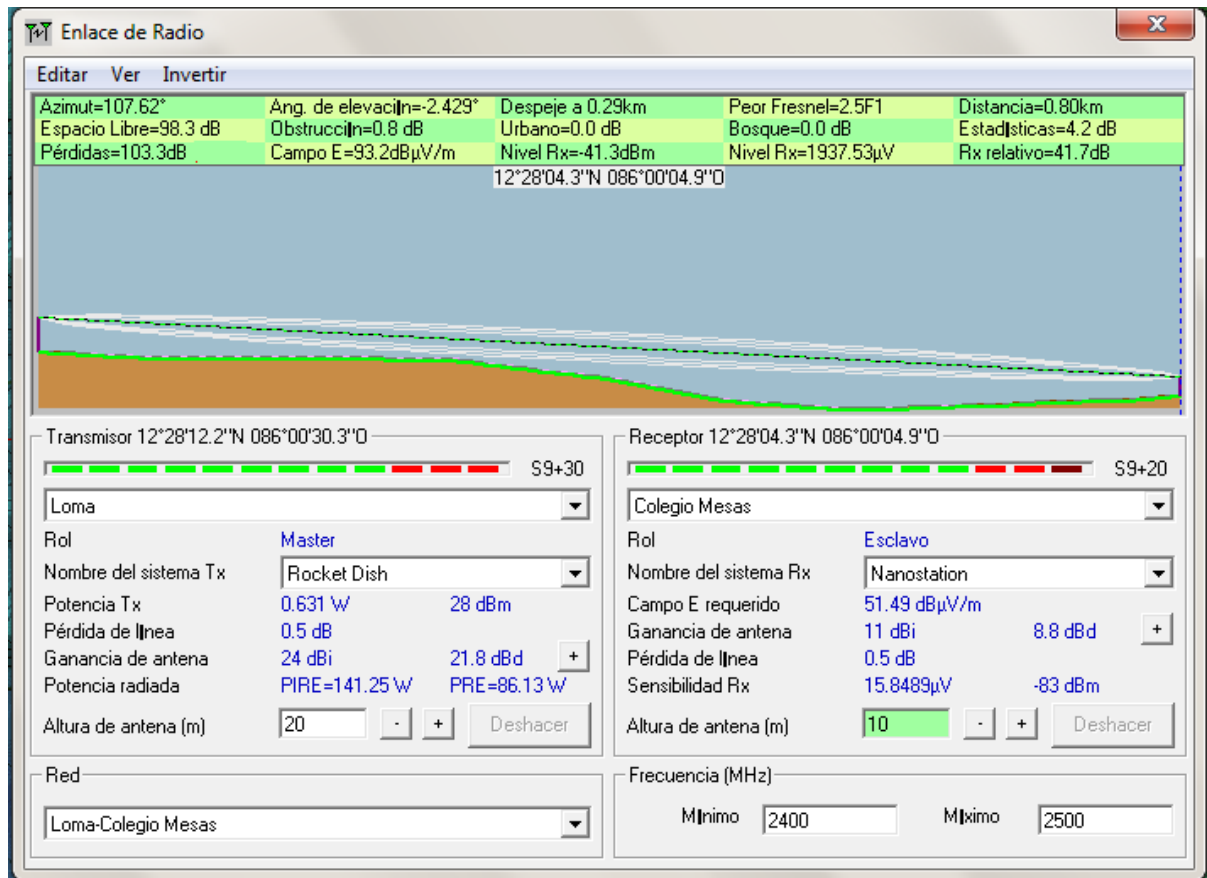
**Imagen II.18 Enlace Chilamate - Loma**

Una vez encontrado el punto mas alto e introduciendo los datos para la simulación se logra tener un enlace sin obstrucción.

- Loma – Colegio Rafaela Herrera (colegio ubicado en el centro de la comunidad “Mesas de Acicaya”)



**Imagen II.19 Simulación Enlace Loma (“potrero viejo”)**



**Imagen II.20 Enlace Loma -Colegio**

Este sería el segundo tramo del enlace que tiene una distancia de 800mts

Visto desde Radio Mobile el enlace Chilamate – Loma – Colegio “Rafaela Herrera”

### II.1.2.8 Diseño de torre

En este apartado se muestra el diseño de una torre venteadada triangular de 80 pie de altura que requerirá un área de 20 X 20 mt para colocar los tensores que soporten y den estabilidad a la torre. Dicho diseño cuenta con los estándares requeridos, además por ser el más económico y apropiado al entorno donde se instalará, ya que se cuenta con el área de terreno necesaria-.





**Imagen II.21** Sitio donde se colocará una antena repetidora.

#### **II.1.2.8.1 Características de la torre**

- Cimentación para torre

Zapata aislada de concreto armado de 3000 PSI

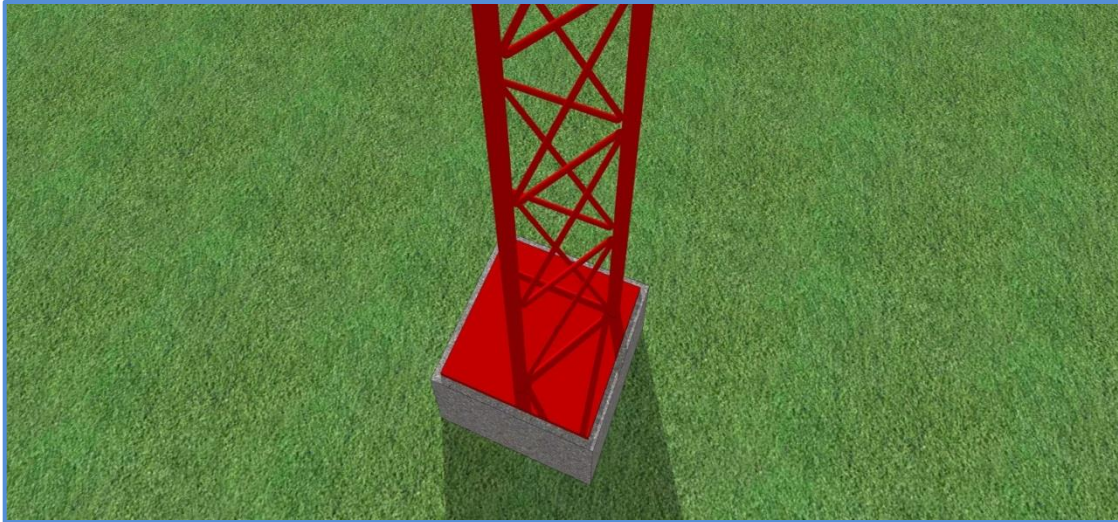
De 1.20 x 1.20 x 0.30. Parrilla de 8 elementos No. 5 en ambas direcciones.

Pedestal de 0.45 x 0.45 x 2.0 reforzado con 8 elementos No. 4

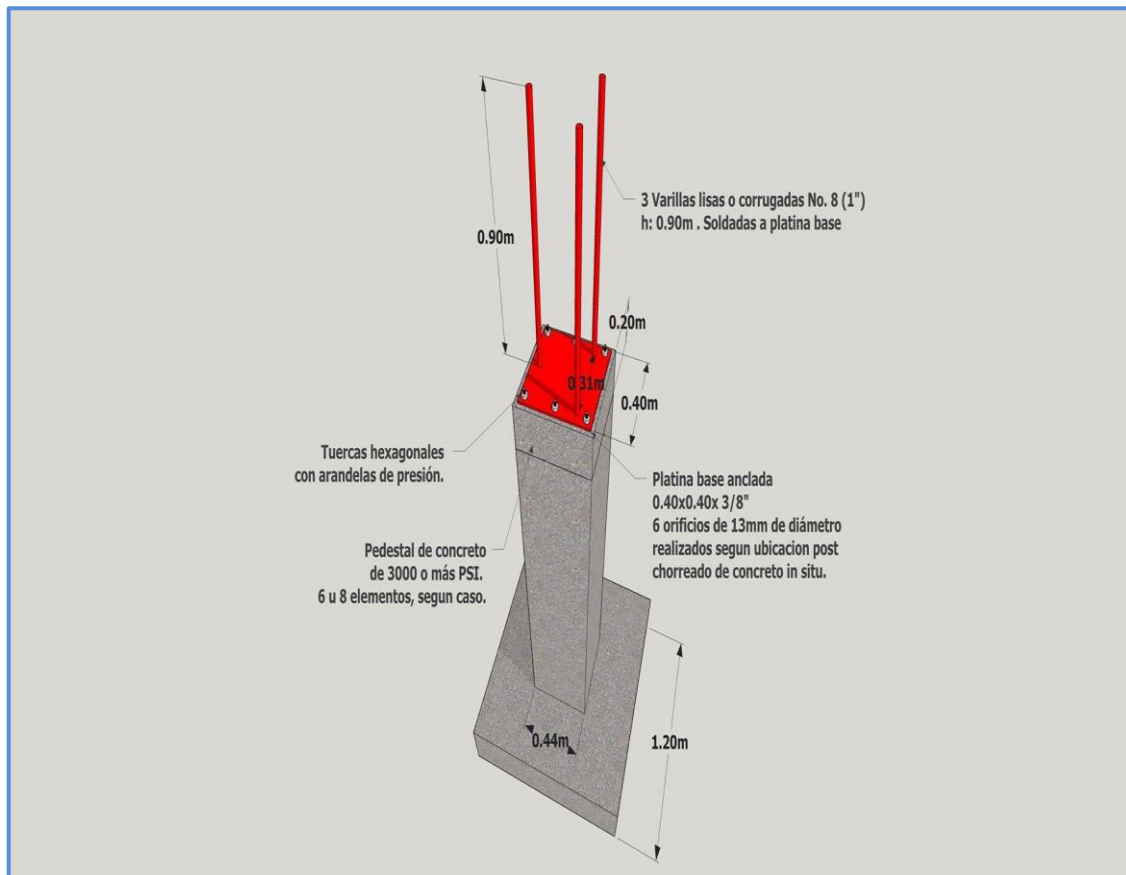
Estribos No. 2 a cada 0.07.

La **imagen II.22.a** y **II.22.b** muestra los cimientos que la torre llegará tener una vez que se construya.





**Imagen II.22.a** Base de la torre. [38]



**Imagen II.22. b** Pedestal de la torre. [39]

- Torre

Platina base de Torre de 0.40x0.40x3/8"

Guías de ensamblaje de elementos No.8

Tubos galvanizados de 1.25" x 3/32 o ch14

Cercha de Varillas lisas de 1/2"

3 Pedestales en L Para Tensores:

0.15 x 0.15 x 1.12

Reforzado con un elemento No. 8

Platina de 0.20x0.20x1/4"

4 tensores de 3/8" y 4 cables de acero de 1/4"

Pintura anticorrosiva tipo Primer para tubos galvanizados.

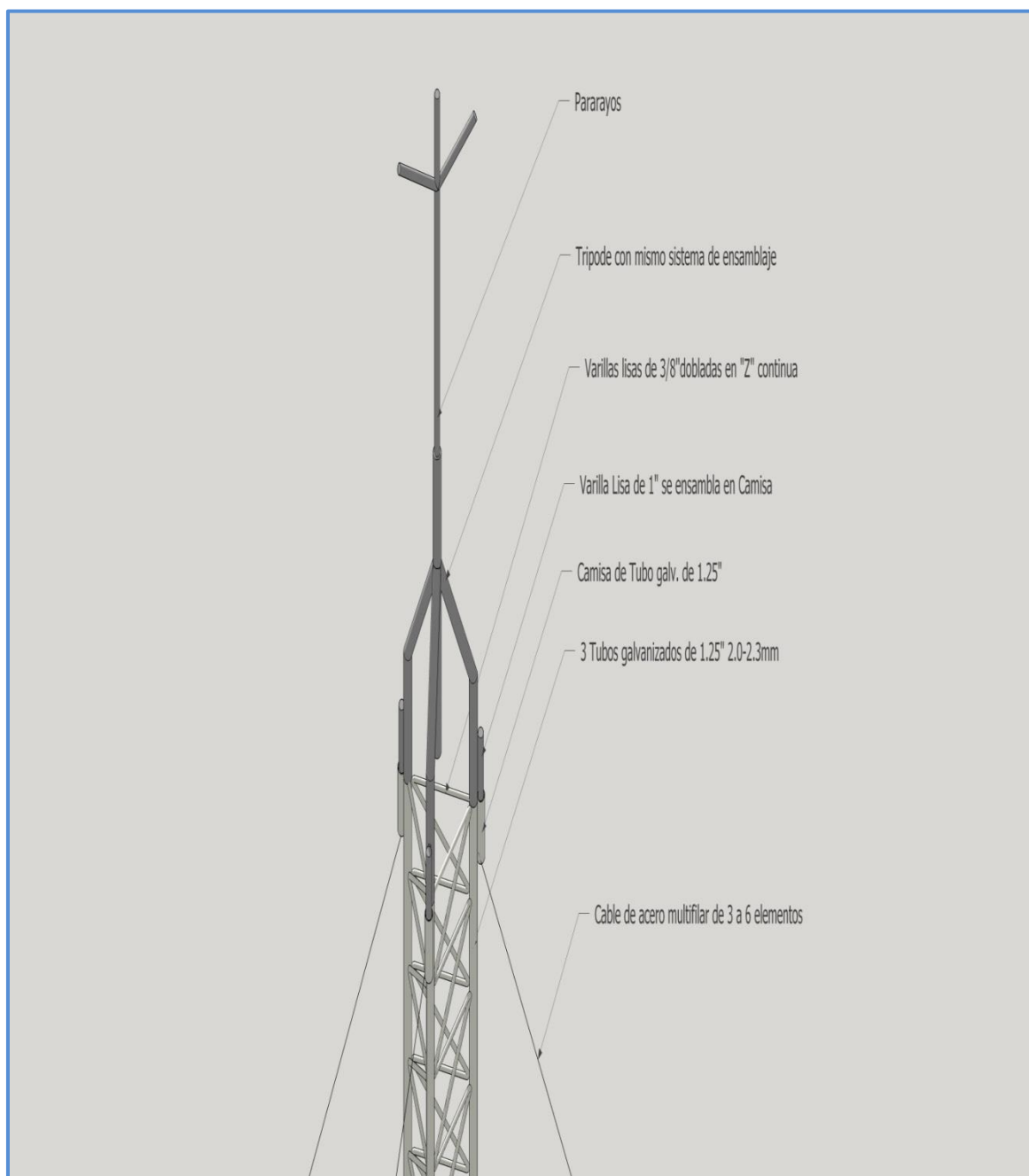
Pintura impermeabilizante para varillas de acero común de cerchas y platinas.

Soldadura E60-11-1/8".

Los elementos que se ubicarán en la cima de la torre se muestran en la ***imagen II.23.***

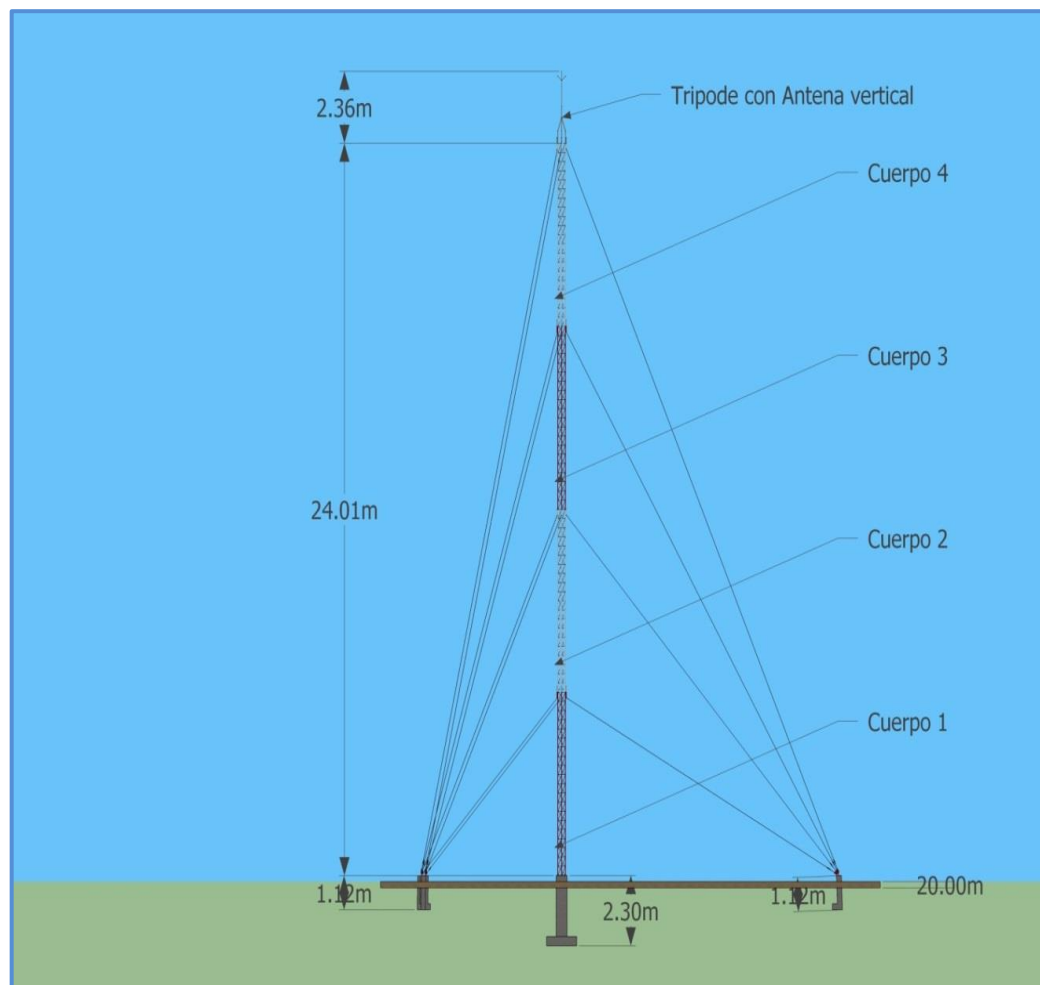
La altura de la torre es de 80m ubicada en un área de 20 X 20 mt, se sujetará con cuatro tensores en los tres lados de la torre ya que es una torre venteada de forma triangular, como se observa en la ***imagen II.25***

Dicha torre estará dividida en 4 cuerpos que será pintada según los protocolos en rojo y blanco posterior como se muestra en la ***Imagen II.24.***



**Imagen II.23** Trípode de la torre. [40]

Además se colocará un mástil de 6.01 metro en el colegio “Rafaela Herrera”, como se muestra en la Imagen **II.26.a y II.26.b**, donde se instalará una antena direccional que permitirá la conexión a internet al colegio.

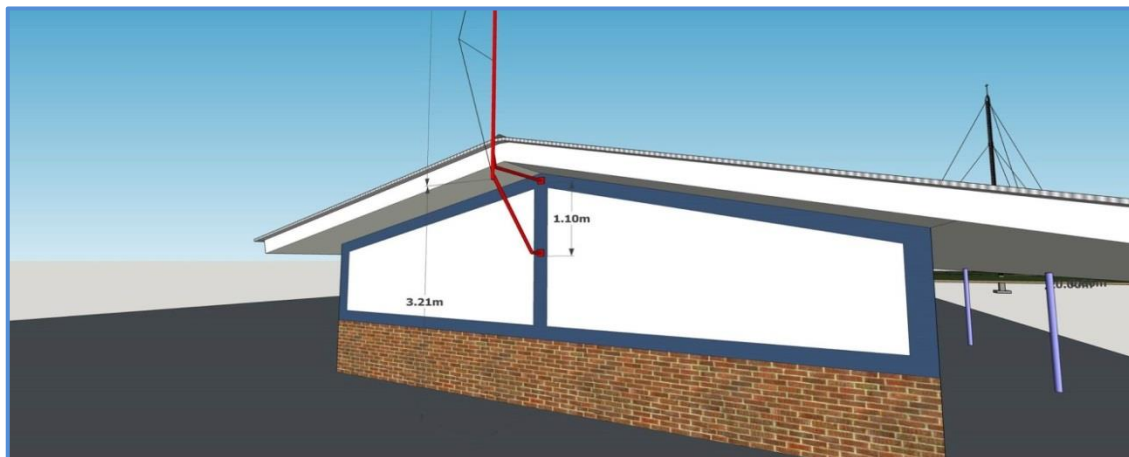


**Imagen II.24.** Elevación arquitectónica de la torre. [41]

Diagram illustrating the chimney structure and dimensions:

- Tubo de 1.25"**: Dimension of the chimney tube.
- Varillas lisas de 1/2"**: Dimension of the smooth bars.
- 9.00m**: Height of the chimney structure.
- 12.21m**: Total height of the structure.

74 |



**Imagen II.26 b** Vista frontal donde se observa el mástil que se instalará en colegio. [44]

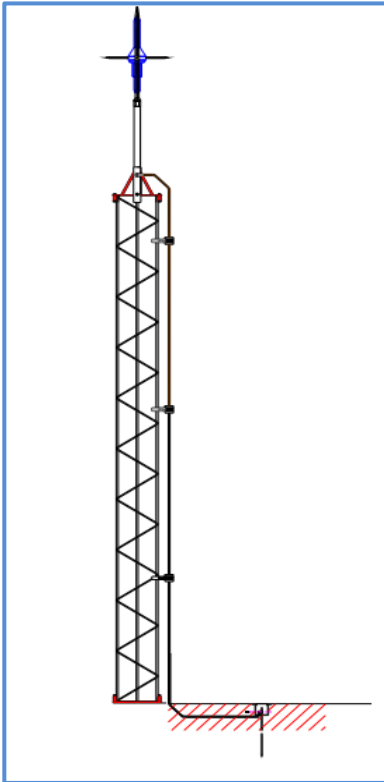
### II.1.2.9 Conexión de energía eléctrica y protección de equipos

En la comunidad se cuenta con el servicio a energía eléctrica lo que permitirá llevar hasta el punto donde estará instalada la repetidora, líneas de 110v para alimentación eléctrica de los equipos que estarán en la torre. Este servicio será llevado y regulado por la empresa Unión Fenosa y gestionado por el concejal de la comunidad que será el encargado de proponer el proyecto a la alcaldía municipal.

#### II.1.2.9.1 Sistema de protección de equipos.

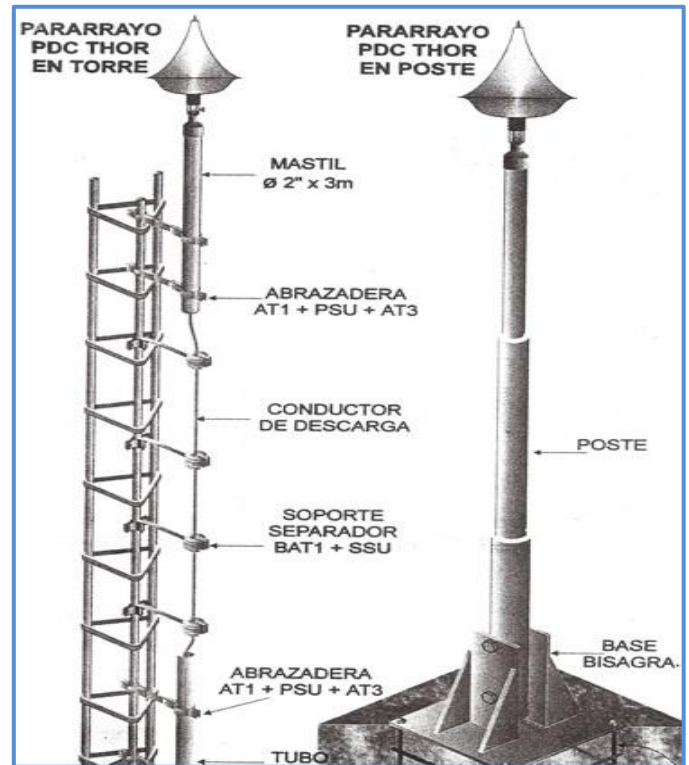
La torre en la cual se montarán los equipos, contará con una protección contra rayos para un consumo máximo de potencia de 100watts, para esto se instalará un pararrayo atmosférico marca Pulsar 60 de acero inoxidable con una longitud de 3mts, sujetado por un mástil de acero inoxidable de 2.3mts seguido de un cable conductor de una longitud de 80 pies, que va desde el mástil hasta la puesta tierra que estará a 80cm de profundidad y se extiende en un área de  $12\text{mts}^2$  y al final esta sea la vía de descarga. (Ver **Imagen II.27.a** y **II.27.b**).

El pararrayo tiene un radio de protección de 45 mts esto garantiza la protección de los equipos que se montaran en la torre, como antenas, radio, PoE<sup>11</sup> (Power Over Ethernet) y UPS.



**Imagen II.27.a**

Pararrayos con puesta a tierra [45]



**Imagen II.27.b**

Elementos necesarios para la instalación del pararrayos [46]

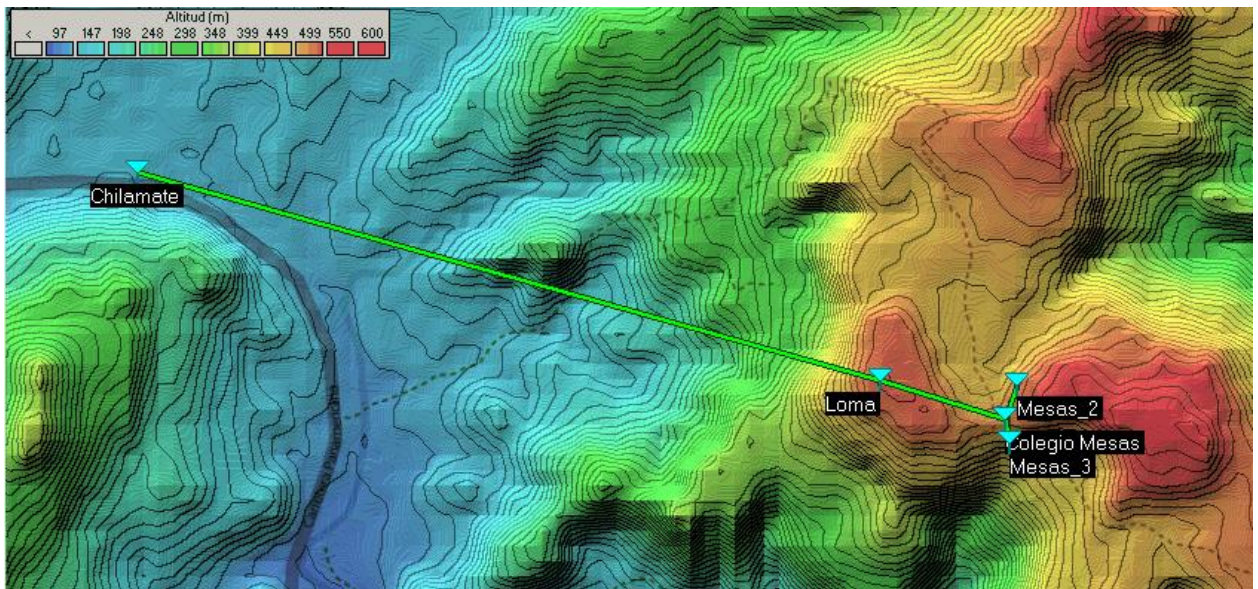
#### II.1.2.10 Diagrama de red

En este apartado se muestra el diseño final de la red, con las simulación de Radio Mobile se muestra el enlace de la red desde los Chilamates, repetidora y

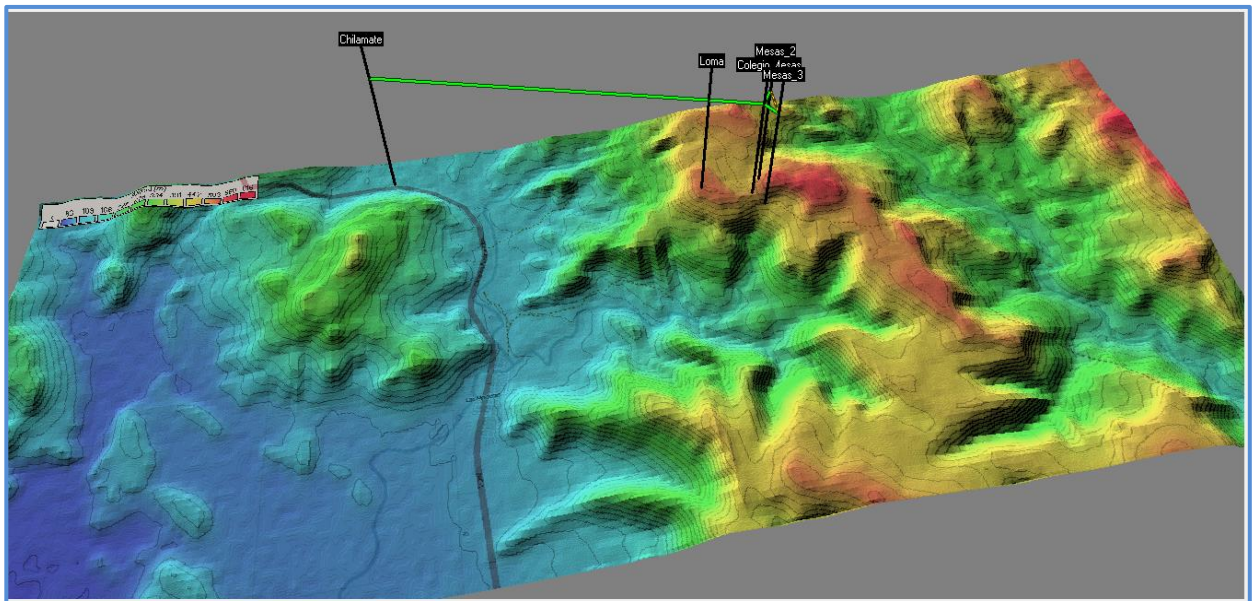
<sup>11</sup> Es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar que permite que la alimentación eléctrica se suministre a un dispositivo de red usando el mismo cable que se utiliza para la conexión de red. [http://es.wikipedia.org/wiki/Power\\_over\\_Ethernet](http://es.wikipedia.org/wiki/Power_over_Ethernet)



colegio de las Mesas, donde tenemos como cliente inicial un telecentro que contará con 10 host o computadoras. (Ver **Imagen II.28.a** y **II.28.b**)



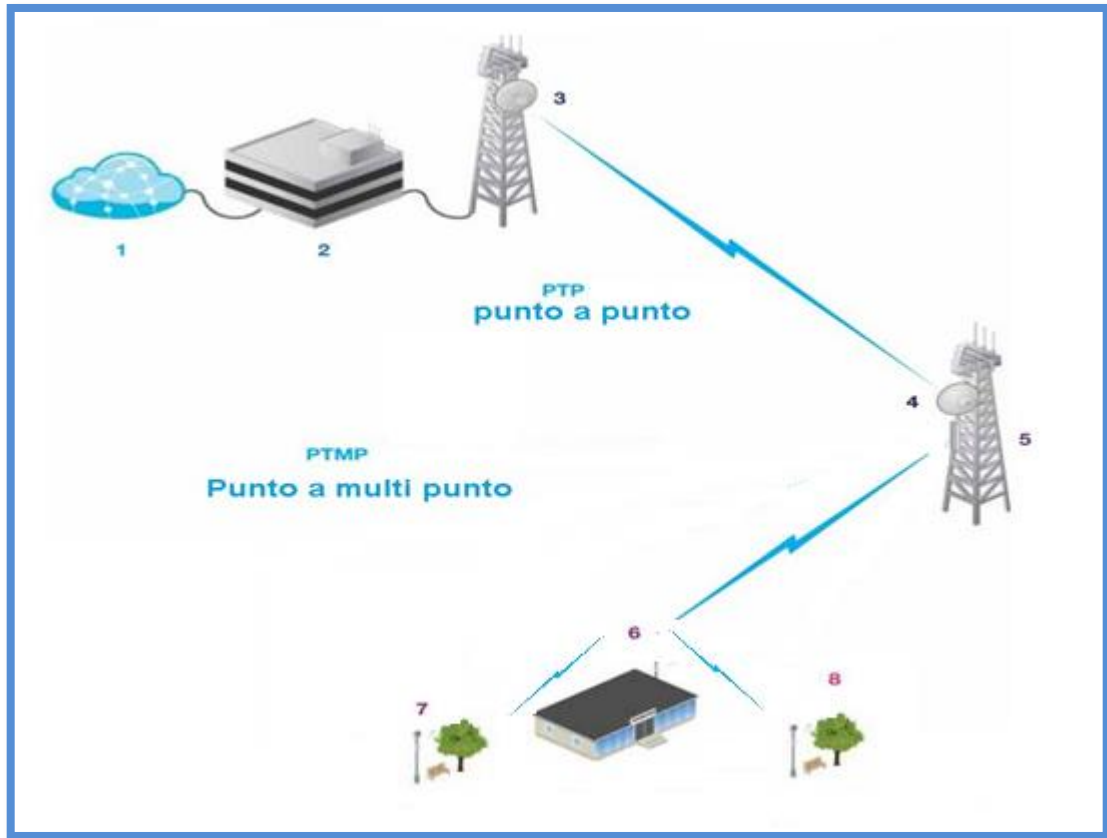
**Imagen II.28.a** Diseño de red con sus puntos de acceso y repetidores.



**Imagen II.28.b** Diagrama de red vista en 3D. Cada enlace cuenta con los requerimientos mínimos necesarios para el enlace.



También este diseño se creó pensando en el crecimiento de la red, incrementando el área de cobertura creando puntos de acceso en puntos estratégicos en la comunidad, también se podría llevar el servicio a hogares, que recepcione la señal de las antenas de esta manera tendrían el servicio en los equipos finales.

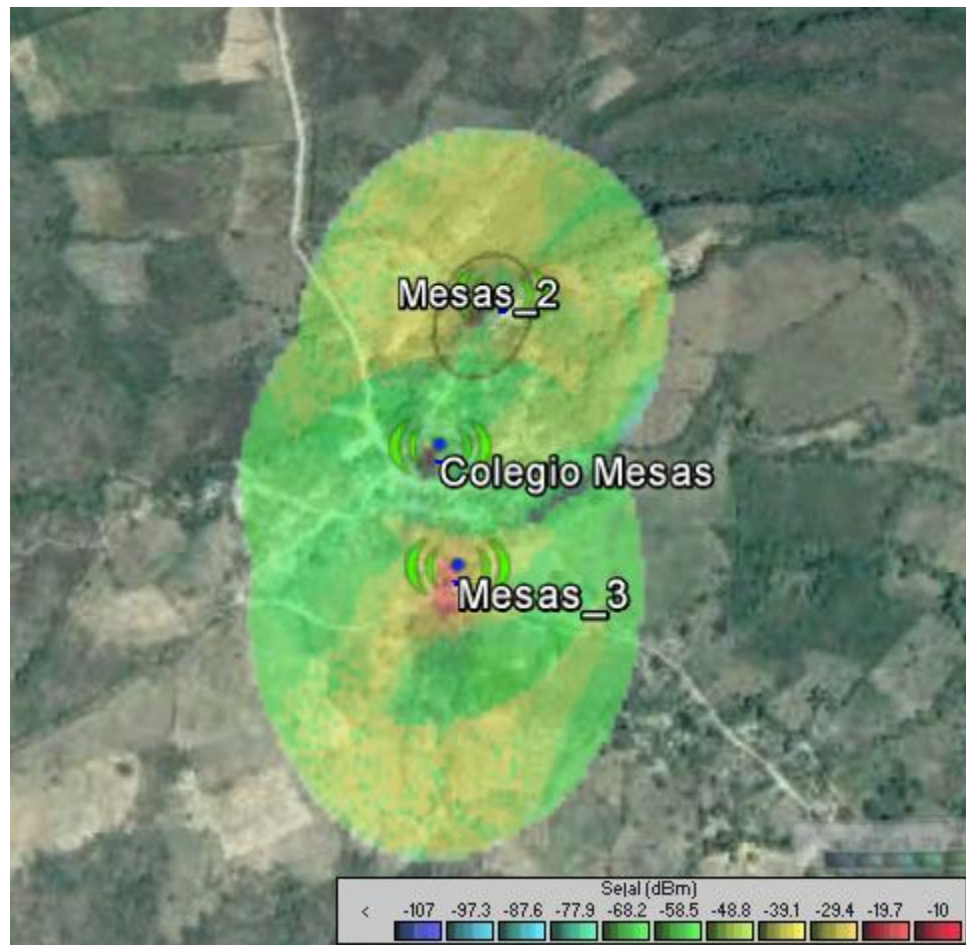


**Imagen II.29** Diagrama de la red Chilamate – Loma – Escuela Rafaela Herrera.  
Internet Backbone

1. Nube
2. ISP Network
3. Rocket Dish con Rocket M
4. Rocket Dish con Rocket M
5. Estación base Airmax con Rocket M
6. Colegio con Nanostation M
7. UniFi para exteriores como hotspot
8. UniFi para exteriores como hotspot

### II.1.2.10.1 Cobertura de red inalámbrica

Pensando en el acceso a internet para distintos dispositivos se instalarían puntos de acceso en lugares estratégicos para que haya cobertura en toda la comunidad. Esto se hace como una recomendación, instalar 3 puntos de acceso para exterior con un radio de cobertura de 300mts, ganancia d 6dBi y manteniendo el control de la red. Con estos tres puntos se logra dar cobertura a toda la comunidad. (Ver **Imagen II.30**).



**Imagen II.30** Cobertura Mesas de Acicaya.

### II.1.3 Diseño de la Red Lógica

Una vez que se tiene los proveedores se procede hacer la configuración de la red lógico, detallando los parámetros y software del proveedor.

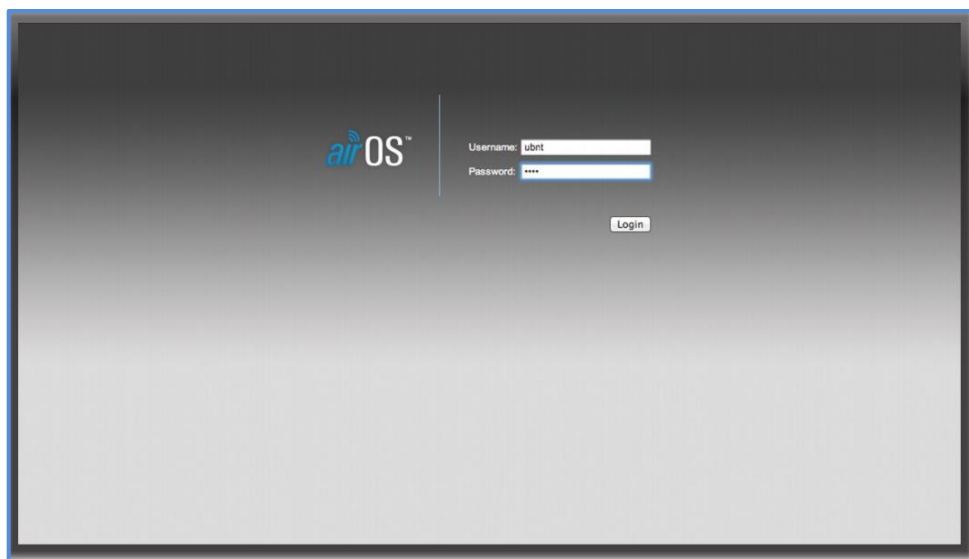
#### II.1.3.1 Software (Configuración de la red)

El software que utilizaremos para configurar los equipos es el proporcionado por el fabricante Ubiquiti, el nombre del sistema es airOS este es un sistema Operativo para los productos de la serie M de Ubiquiti.

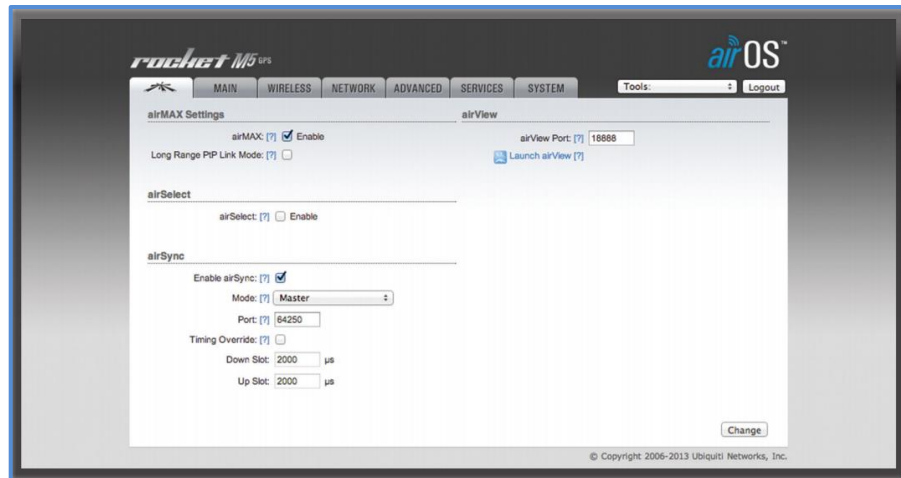
Los requerimientos para airOs:

- Win XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, Linux o Mac.
- Java Runtime Environment o mejor.
- Navegador Web: Mozilla Firefox, Apple Safari, Google Chrome o Microsoft Explorer o mejor

Para configurar se ingresa a la dirección 192.168.1.1 ingresando usuario y contraseña.

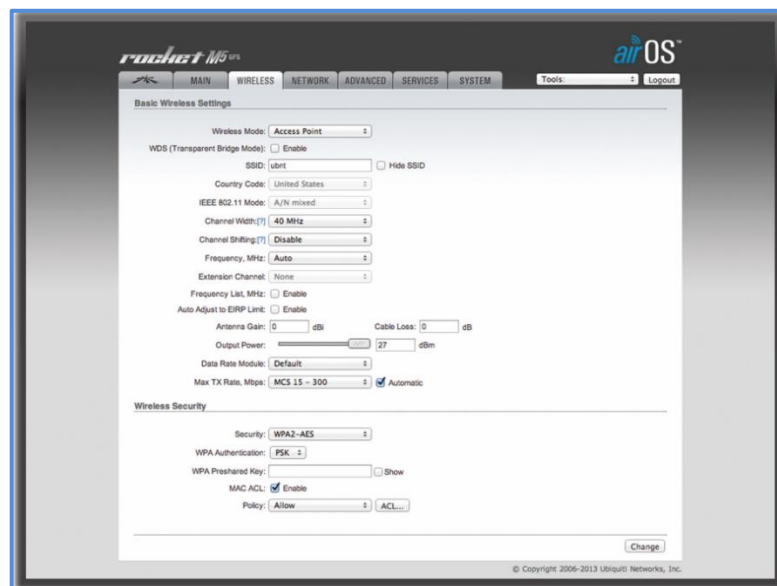


**Imagen II.31** Interfaz de acceso para la configuración de equipos Ubiquiti.



**Imagen II.32** Interfaz airOS

En este software se harán todas las configuraciones a las radios, este nos va a permitir poner el nombre de la red SSID, activar la seguridad o encriptación de paquetes a través de WPA2/PSK, activar DHCP para brindar el servicio a más de un cliente, seleccionar el canal a utilizar, abrir-cerrar puertos, limitar el ancho de banda y programar los usuarios que estén conectados.



**Imagen II.33** Interfaz airOS de M2 donde se configurará la red lógica

Algunos aspectos de la configuración es la diferencia de ancho de banda de cada canal será de 40Mhz, también por la misma seguridad de la red se

mantendrá oculta a los usuarios y se hará bloqueo a través de MAC, todo esto con el software airOs del proveedor Ubiquiti.

### **II.1.3.2 Direcccionamiento**

La correcta configuración para el enlace Punto a Punto Chilamates – Loma.

Configurando radio lado Chilamate, se accederá a la pestaña wireless y cambiar.

Wireless Mode: Access Point

WDS: Enable

Frequency Width: 20Mhz

Output Power: en máximo

Seleccionando Network cambiar

Network Mode: Bridge

IP Address: 192.162.1.2

Network Mask: 255.255.255.0

Aplicar

Configurando el radio de la antena repetidora. Una vez que estamos en el interfaz del radio ingresar en Wireless y cambiar.

Wireless Mode: Station

WDS: Enable

SSID: Nombre de la red

En la pestaña Network cambiar

Network Mode Bridge

IP Address: 192.168.1.3

IP Address: 255.255.255.0

### **II.1.3.3 Seguridad de Red (encriptamiento)**

Los equipos necesitan tener algún tipo de encriptación seguridad para proteger la red. Para hacer la configuración en el interfaz se accede a Wireless en Wireless Security.

Cambiar

Wireless Security: WPA2-AES

WPA Authentication: PSK

WPA Preshared Key: Ingresar contraseña

### **II.1.3.4 Conclusión estudio de viabilidad técnico**

Se concluye en este apartado que para obtener un buen resultado en el enlace de micro onda, se sugiere, trabajar con los equipos de la marca “Ubiquiti” ya que los cálculos que se hicieron en el presente estudio coinciden con los requerimientos técnicos que ofrecen las hojas de datos de este fabricante, teniendo presente además que se requerirá un ancho de banda de 2 Mega bit por segundo para que no haya afectaciones a la hora de la trasmisión de datos.

## II.2 Viabilidad Operativa.

- **Concepto.**

La viabilidad operativa en termino generales determina si los recursos humanos están disponibles para operar una vez que esté terminado un proyecto.

Por lo tanto en este apartado se definirá quienes estarán al mando de la administración del proyecto.

### II.2.1 Operatividad del proyecto.

Para la puesta en marcha del proyecto se necesitará una cuadrilla de 06 trabajadores enfocados en distintas tareas para lograr dicha implementación, como se define claramente en la siguiente tabla:

**Tabla II.16** Personal requerido para la implementación del proyecto donde se muestra la cantidad de recursos humanos necesaria, cargos y tareas a realizar.

Personal Requerido para la implementación del proyecto		
Número de funcionarios	Cargo	Principales funciones
01	Ingeniero en telecomunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisión de instalación de torre.</li> <li>• Configuración de equipos.</li> <li>• Garantizar el buen funcionamiento del enlace.</li> </ul>
04	Ayudantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obreros encargados de la cimentación e instalación y soporte de la torre.</li> </ul>
01	Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alineación de las antenas y configuración de los radios que permiten el enlace.</li> </ul>

Una vez puesto en marcha el proyecto se requerirá asignar un personal encargado de brindar soporte técnico a la hora de daños en los equipos así como en la red. Dicho personal estará conformado de la siguiente manera:

**Tabla II.17** Personal necesario para dar soporte técnico en caso de fallo del sistema de comunicación inalámbrico

Personal Requerido para brindar soporte técnico		
Número de funcionarios	Cargo	Principales funciones
01	Ingeniero en telecomunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la causa de falta de servicio, así como la de supervisar el proceso de solución.</li> </ul>
01	Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encargada de dar solución a la falla identificada.</li> </ul>

Sin embargo para la ejecución de la parte física del proyecto se sugiere en contratar a una empresa privada que esté a cargo de la instalación de equipos al igual como de dar el servicio de internet, esto para evitar discrepancias por parte de los habitantes, o discrepancias políticas en cada cambio de administración.

Entre las empresas privadas en Nicaragua que se consultaron que realizan proyectos de conexiones a internet y que a la misma vez ofrecen dicho servicio están: **IDEAY, Claro (Nicaragua), ALFA + y CONDOR COMUNICACIONES.**

De las mencionadas se deberá contratar los servicios de **ALFA +**, primero por el costo accesible que la empresa ofrece, también por los términos y condiciones de contrato, además por razones técnicas, ALFA + da la opción a sus clientes de instalarles equipos de la marca que cumple con los cálculos técnicos del presente estudio lo que conllevará a tener resultados efectivamente confiables, aunque esto no indica que no se utilice otra marca, pero sí que cumpla con los requerimientos técnicos.

Se elegirá al director del colegio “Rafaela Herrera” de la comunidad “Mesas de Acicaya” para que esté al cuidado de los equipos y será quien reporte a la empresa que presta el servicio internet alguna avería que se llegue a presentar.



Los líderes de la comunidad junto con el concejal serán los que estarán al frente de la administración del proyecto una vez que este inicie a operar. De ellos dependerá la perdurabilidad de operación que tenga el proyecto.

### **II.3 Valoración Ambiental.**

- **Concepto.**

Es la valoración que asegura al planificador de proyecto, que las opciones de desarrollo bajo consideración, sean ambientalmente adecuadas y sustentables, para que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto en el ciclo del proyecto y sea tomada en cuenta para el diseño del mismo.

#### **II.3.1 Desarrollo de la valoración ambiental.**

Se realizó una valoración ambiental para determinar efectos negativos que impidieran la realización de dicha obra, para esto se contó con una guía ambiental del ministerio del ambiente y los recursos naturales de Nicaragua conocido como “MARENA”.

MARENA apoyado de la ley 217, ley general del medio ambiente y los recursos naturales es también el responsable de regular todo tipo de proyecto que influya hacer uso de los recursos naturales en gran medida, conforme al Art. 18 de la ley 217.

Siguiendo las normas establecidas por el MARENA se procedió hacer dicha valoración, donde se determinó lo siguiente.

- No se hará uso desmedido del medio ambiente para la realización de la obra solamente al momento de una pequeña excavación para la puesta de una torre repetidora en un lugar conocido como “potrero viejo” en la comunidad “Mesas de Acicaya” esta excavación de tierra tendrá un espacio de 1.5mts de ancho X 1.5mts X 2.3mts de profundidad.

- El área donde estará la torre será de 20X20 mts' el suelo del lugar es del tipo tepetate<sup>12</sup>, este tiene una característica muy arcillosa.
- En un radio comprendido de 500 mts de donde se instalará la torre los habitantes desarrollan actividades de carácter agrícola, el que a su vez es el rubro económico de la comunidad entera, dentro de ese radio no existe ningún patrimonio paleontológico, arqueológico ni áreas protegida ni mucho menos ríos o bienes históricos que se vean afectado.
- Haciendo mención de la radiación electromagnética emitidas por la antenas se deja claro que no tendrá perjuicios la población, primero porque no se cuenta hasta hoy con datos preciso para afirmar que provoque algún daño a la salud como se expresa en las conclusiones del artículo titulado "Campos electromagnéticos y salud pública, informe técnico elaborado por el comité de expertos " que dice :

*"La exposición a CEM (campos electromagnéticos) por debajo de los niveles de la Recomendación del CMSUE, aunque pudiera inducir alguna respuesta biológica en condiciones experimentales, no está demostrado que pueda implicar efectos nocivos para la salud. Sin embargo, no disponemos de estudios epidemiológicos que evalúen los efectos nocivos a largo plazo derivados de la exposición a radiofrecuencias". [47]*

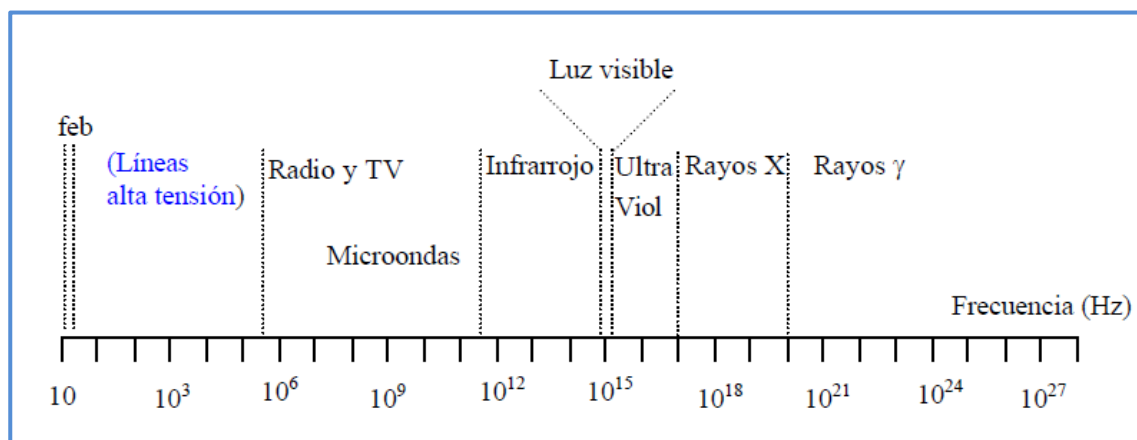
- Por otro lado el nivel de radiación se ubica dentro del rango de los niveles de CEM (Campos electromagnéticos) no ionizante, el cual es aceptable sin provocar afectación a la salud. La frecuencia de operación que tendrá el radio enlace es de 2.3Ghz a 2.4 GHz, esta frecuencia, esta frecuencia es

---

<sup>12</sup> Es el nombre que recibe un horizonte del suelo endurecido, considerado a veces como un material parasitológico, es decir, similar a las piedras y característico de las zonas volcánicas de América. Por su alto contenido de arcilla el tepetate absorbe grandes cantidades de agua de agua, tiene poca fertilidad y se endurece cuando pierde humedad.

incluida dentro de la gráfica del rango de CEM aceptable, dicha grafica se presenta a continuación:

Con respecto al área de instalación y altura de la torre se cumple con lo requerido en la reciente ley aprobada en Nicaragua el 27 de Junio del año 2013, que es la **ley N° 843** “*Ley que regula la ubicación, construcción e instalación de estructura de soporte para equipos de telecomunicaciones que hacen uso del espectro radioeléctrico*” respetando de esta manera lo referido en la ley en el **capítulo V Art. 16 inciso 3.C** que textualmente expresa : “*Fuera de las áreas urbanas, las estructuras de soporte para equipos de telecomunicaciones que hacen uso del espectro radioeléctrico, con alturas mayores de 36 metros, deben ser estructuras auto soportadas, es decir, estructuras asentadas sobre tres o más soportes*”.



**Imagen II.34** Representación del espectro electromagnético. [48]

También se cumple con la misma ley lo señalado en el **capítulo V Art. 16 inciso 4** la cual contempla el siguiente requerimiento: “*...En Centros de Desarrollo Infantil, escuelas, colegios, centros de salud y hospitales, no se permitirá la instalación de estructura de soporte para equipos de telecomunicaciones a una distancia menor del 100% de la altura de la estructura que se pretende instalar. En los demás lugares, se debe garantizar que la distancia desde el centro de la estructura a la casa de habitación o sitio más cercano sea igual o mayor a un tercio de la altura de la estructura que se pretende instalar*”, aunque la mayor parte de restricciones es para

zonas urbanas y el presente estudio aborda un proyecto en una zona rural se cumple con la distancia mínima requerida. [49]

- Dentro de los factores negativos ambientales están las lluvias, huracanes y vientos muy fuerte pero no se pueden inhibir porque son parte de la naturaleza, pero se cuenta con medidas de seguridad y protección como tensores muy fuertes que sujetaran la torre, dichos tensores cumplen con los estándares de calidad, al igual los equipos serán protegido con un pararrayo atmosférico.

Por lo que se concluye que ambientalmente no habrá ningún impedimento para la operación y puesta en marcha del proyecto.

#### **II.1.4 Viabilidad Económica.**

- **Concepto.**

La viabilidad económica determina si el dinero está disponible para desarrollar el sistema. Incluye la compra de: equipos nuevos, hardware y software.

##### **II.1.4.1 Desarrollo de Viabilidad económica.**

##### **Equipos y elementos requeridos en el proyecto.**

Respecto a la compra de los equipos y algunos elementos necesarios para el proyecto se cotizó tanto en empresas nacionales como extranjeras para obtener costo accesible y sobre todo evaluando la rentabilidad y eficiencia técnica.

##### **Precios de equipos para enlace inalámbrico cotizado en el extranjero**

En la siguiente tabla se presenta una comparación de precios de los equipos, cotizados en México y USA a través de Internet. Cotizaciones hechas en México a la empresa SYSCOM a través de [WWW.SYSCOM.MX](http://WWW.SYSCOM.MX) y en Estados Unidos en la empresa MICROCOM a través de la página [WWW.MICROCOM.US](http://WWW.MICROCOM.US).

En esta cotización no están incluidos costos adicionales como: Impuestos, costo de envío, ni costo por desaduanaje, lo que al final vendría a doblar los precios de los equipos. Por tal razón también se cotizó en el mercado nacional para comparar y determinar cuál es la mejor opción.

Una vez que se cotizó en Nicaragua los radios y las antenas a instalarse no se logró obtener buenos resultados debido a la poca demanda que tienen, ya que mayormente son importadas por los proveedores de internet para ser instaladas dentro del contrato de servicio que ofrecen estos proveedores, sin embargo se pudo obtener precios de las antenas y radios en la empresa CONDOR COMUNICACIONES, ubicada en Managua.

**Tabla II.18** Comparación de precios de los equipos, cotizados en el exterior del país.

PRODUCTO	DESCRIPCION	PRECIO SYSCOM (MEXICO)	PRECIO MICROCOM (USA) <sup>13</sup>
Radio Airmax ROCKET M2	AP inalámbrico exterior/interior, 2.4ghz 2x2 mimo, 28 dBm,	\$ 153.00 <sup>14</sup>	\$ 89.95
Antena Rocket Dish	RD 2G24 AIRMAX	\$289.00 <sup>15</sup>	\$189.00
Nano Station M2	Modelo NSM2 M2 (2.4 GHz) MIMO	\$154.00 <sup>16</sup>	\$ 89.95
<b>TOTAL</b>		<b>\$596.00*</b>	<b>\$368.9*</b>

Precio de Antenas y radios necesarios para operar en empresa CONDOR COMUNICACIONES.

<sup>13</sup> <http://www.microcom.us/browse-by-brand--ubiquiti-networks.html>

<sup>14</sup> <http://www.syscom.mx/principal/verproductoazul/rocketm2-ubiquiti-networks-10258.html>

<sup>15</sup> <http://www.syscom.mx/principal/verproductoazul/rd2g24-ubiquiti-networks-10260.html>

<sup>16</sup> <http://www.syscom.mx/principal/verproductoazul/nsm2-ubiquiti-networks-10262.html>

**Tabla II.19** Cotización de equipos realizado en Cóndor Comunicaciones.

Empresa Cóndor Comunicaciones				
Producto	Detalle	Cantidad	P. Unitario	P.Total
Radio Airmax ROCKET M2	AP inalámbrico exterior/interior, 2.4ghz 2x2 mimo, 28 dBm, 2 conectores RPSMA para antenas externa	3	\$ 144.50	\$ 433.5
Antena Rocket Dish	RD5G30 AIRMAX	3	\$ 216.60	\$ 649.8
Antena Nano Station M2	Modelo NSM2 M2 (2.4 GHz) MIMO	1	\$ 143.52	\$143.52
			IVA 15%	\$ 184.023
			<b>Total</b>	<b>\$1,410.84</b>

### Elementos de protección de equipos.

Haciendo mención de la protección de equipos como radios, antenas y computadoras (las cuales se tiene previsto obtenerlas más adelante) se ha dicho que se instalará en la torre un pararrayo atmosférico. Dicho sistema de pararrayo se cotizó en la empresa nicaragüense SINTER.

### Precio de Pararrayo atmosférico en empresa SINTER.

En la empresa SINTER se cotizó el pararrayo atmosférico con todos sus componentes de instalación, el precio total se muestra en la tabla II.18.

### Costo de Torre y mástil.

Para el diseño de la torre así como la del mástil que se necesitará en el proyecto se contó con la colaboración de un arquitecto, luego su fabricación fue cotizada en la empresa nicaragüense “Mega connection” la cual está ubicada en el casco urbano de Managua. Dicha empresa demuestra confiabilidad para ser contratada.

Precio de fabricación de torre en empresa “Mega connection” y pararrayo en  
SINTER

**Tabla II.20** Cotización de materiales necesarios para pararrayos realizado en SINTER.

Precio total de componentes y accesorio de pararrayo atmosférico	
PULSAR 60 ACERO INOX 3M	
MASTIL ACERO INOX 2.3M	
BASE ROSCADA PARA MASTILES DIA 35	
CONO DE DESVIACION DE AGUA	
LAMINA O CINTA DE COBRE ESTAÑADO 30	
PASADOR ESTANDAR COBRE	
SOPORTE CONDUCTOR	
CLIP DE IMPERMEABILIZACION REVESTIM	
GRAPA P/MAMPOSTERIA ESTANDARD 30MM	
CLAVIJA DE PLOMO P/MAMPOSTERIA 30MM	
CLIPS DE ACERO INOX.30X2	
REMACHES POP IMPERMEABLES 4 ALUM.	
TUBO DE PROTECCION P/LAMINA 30X2M	
CONTADOR DE DESCARGAS	
CAJA DE INSPECCION PVC 30X30CM	
CONECTOR PATA DE GANSO	
TAPON MANUAL 19MM	
JABALINAS COBRE - ACERO 19MMX1M	
GUARDACABO DE CONEXION 15A20MM Y LA	
Precio Total (IVA Incluido )	<b>US \$ 4,950.46</b>

**Tabla II.21** Cotización de torre de 80pies realizada en Mega Connection.

Precio de fabricación de torre en empresa “Mega connection”	
Detalle	Precio (IVA Incluido )
Construcción e instalación de una torre de 80 pie	\$ 1610.00
Transporte	\$ 230.00
<b>Costo Total</b>	<b>\$ 1,840.00</b>

**Servicio de Internet.**

En el apartado II.2.1 Operatividad del proyecto, se ha propuesto contratar a la empresa ALFA+, esta, dentro de sus políticas brinda el servicio de internet haciendo uso de sus propios equipos, una vez que el servicio de contratación es cancelado ellos los retiran.

Precio del servicio de Internet en empresa ALFA +.

Por lo tanto el consumo de internet durante el año determinado por el contrato, el cual a la vez está sujeto a renovación suma un costo de \$ 2,990 con IVA incluido (Ver **tabla II.22**)

**Tabla II.22** Cotización del servicio con contrato a un año realizada en ALFA+.

Empresa ALFA +			
Detalle	Cantidad	P. Unitario	P.Total
Instalación de servicio para 2.0 Mbps	1	\$ 200.00	\$200.00
Mensualidad del servicio	12	\$ 200.00	\$ 2400.00
		SubTotal	\$ 2600.00
		IVA 15%	\$ 390.00
		<b>Total</b>	<b>\$ 2990.00</b>



- **Costo del proyecto.**

- El costo del proyecto incluyendo: compras de antenas, radios, elaboración de torre, componentes para la protección de los equipos, servicio de internet, computadoras y accesorio se detallan a continuación:

**Tabla II.23** Costo del enlace si se compran los radios, torres, pararrayos y materiales necesarios para realizar el radio enlace.

Equipo	Precio Unit	Cantidad	P / Total
Radio Airmax ROCKET M2	\$ 144.50	03	\$ 433.50
Antena Rocket Dish	\$216.60	03	\$ 649.8
Antena Nano Station M2	\$143.52	01	\$143.52
Construcción de instalación de torre	\$ 1,840.00	01	\$ 1,840.00
Pararrayo y accesorios de instalación	\$ 4,950.46	01	\$ 4,309.75
Cable UTP Cat 5e	\$ 0.37ctv el metro	100 mt	\$ 37
Conectores RJ45	\$ 0.17 Ctvo.	35	\$ 5.95
Servicio de Internet	\$ 200.00 P/Mes	12 meses	\$ 2,400
Instalación por el servicio de Internet	\$ 200	01	\$ 200
Switch de 16 puertos 10/100, Marca: Nexxt	\$ 44.73	01	\$ 44.73
Computadora Intel atom D425, 250GB LCD 15.6 plg.-2GB	\$ 299	10	\$ 2,990
UPS 2200VA FX-2200LCD	\$ 240.35	02	\$ 480.7
<b>Sub TOTAL</b>			<b>\$ 13,534.95</b>
<b>IVA 15%</b>			<b>\$ 2,030.24</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 15,565.19</b>

- Costo del proyecto cediendo a las políticas de contratación de una empresa privada en este caso ALFA +.

**Tabla II.24** Costo del enlace si se contrata a una empresa.

Equipo	Precio Unit	Cantidad	P / Total
Servicio de Internet	\$ 200.00 P/Mes	12 meses	\$ 2,400
Instalación por el servicio de Internet	\$ 200	01	\$ 200
Computadora Intel atom D425, 250GB LCD 15.6 plg.-2GB	\$ 299	10	\$ 2,990
Switch de 16 puertos 10/100, Marca: Nexxt	\$ 44.73	01	\$ 44.73
UPS 2200VA FX-2200LCD	\$ 240.35	02	\$ 480.7
Cable UTP Cat 5e	\$ 0.37ctv el metro	100 mt	\$ 37
Conectores RJ45	\$ 0.17 Ctvo.	35	\$ 5.95
<b>Sub TOTAL</b>			<b>\$ 6,158.38</b>
<b>IVA 15%</b>			<b>\$ 923.76</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 7,082.14</b>

- Comparación de costo.

**Tabla II.25** Comparación de costo.

<b>Comprando equipos</b>	<b>\$ 15,565.19</b>
Precio contratando una empresa	\$ 7,082.14
<b>Ahorro \$ 8,483.05</b>	

### **Conclusión de la viabilidad económica.**

Se concluye en el presente apartado de viabilidad económica, que el proyecto será viable haciendo la contratación de una empresa, en este caso se propuso “ALFA + “ya que este ofrece aparte del servicio, la instalación y los equipos de transmisión mientras dure el contrato, sin embargo dicho contrato se sujeta a renovaciones. Decidiendo esta opción de contratar a la empresa se ahorrará muchos costos como la compra de equipos, accesorio y de más elementos, así como el costo de la torre y el mantenimiento de los mismos.

Esta alternativa de contratar a una empresa permitirá que no se llegue a realizar un gasto innecesario en compras de equipos y agregados si una vez por parte de los dirigentes decidieran terminar con el proyecto, después no tendrá sentido quedarse con los equipos ya que en general todas las empresas que ofrecen servicio de internet mantienen la política de instalar sus equipos y luego retirarlos cuando se decide terminar con dicho contrato.

El financiamiento necesario para que el proyecto inicie a operar es gestionado por el concejal de “Mesas de Acicaya “en conjunto con los líderes, ya que la comunidad no cuenta con fondos económicos para llevarlo a cabo. Para ello se han hecho cartas de solicitud de cooperación para el proyecto a diversos sectores.

## Conclusiones

El proyecto de conexión inalámbrica al servicio de internet en la comunidad “Mesas de Acicaya”, es meramente de carácter social cuyo objetivo se centra en el fortalecimiento de la educación y que a la vez se vuelva una herramienta TIC para la capacitación, de esta manera tomará un sentido de desarrollo sostenible hacia nuevos caminos para hacer negocios y reducir la pobreza que predomina en la zona.

No obstante en el presente trabajo monográfico se determinaron los requerimientos necesarios para el diseño del enlace en la comunidad “Mesas de acicaya”, dentro de estos requerimiento que debe cumplir el enlace se necesitará un repetidor ya que basado en cálculos matemáticos que se desarrollaron no puede ser directo. Para tener calidad del servicio se buscaron márgenes de recepción bastante altos pensando en la ampliación de la red, ya que existen otras comunidades aledañas que en un futuro se podrían beneficiar de esto, también para mantener con la debida protección el enlace ante cualquier fenómeno metereológico.

En la operatividad del proyecto, es viable la contratación de una empresa para evitar disconformidad por parte de la alcaldía y pobladores, además por que la comunidad no cuenta con personal apto para su implementación.

El costo para la ejecución del proyecto es gestionado por la alcaldía de “Mesas de Acicaya” a través de varias instancias tanto gubernamentales como particulares, debido a la falta de recursos económico que posee la comunidad para llevarlo a cabo con fondos propios.

Económicamente será también viable la contratación de una empresa, ya que dentro de sus políticas esta en proporcionar durante el tiempo de servicio los equipos requerido para su operación, terminada dicha contratación esta puede ser renovada, esto evitara a la parte encargada de administrar el proyecto, el alto costo en compra de equipos y agregados, así como la evitar disconformidades.

## **Bibliografía**

- Alpuente, J. (s.f.). Propagación de ondas. En J. Alpuente.
- Anguera, J., & Pérez, A. (2008). *Teoría de antenas*.
- Briceño Márquez, J. (2005). *Transmisión de datos*.
- Cabal, C., Otero, G., & Acuña, J. (2005). *Informe sobre campos electromagnéticos y salud humana*.
- Coimbra G., E. (2011). Antenas y Propagación de Ondas.
- Flickenger, R. (2008). *Redes Inalámbricas en los países en desarrollo*.
- García Iglesias, J. (2003). *Montaje de un enlace wireless de larga distancia*.
- H. Sampieri, R., & Fernández Collado, C. (2006). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- IEEE. (2009). Antenas para BSA.
- López Tafur, M. (2010). *Antenas para microondas*. Lima.
- MARENA. (2007). *Guía ambiental del inversionista*.
- Neri Vela, R. (1999). *Líneas de transmisión*. México: McGraw-Hill.
- Pérez, T. (2013). *Aspectos a considerar en la formulación*.
- Pietrosemoli, E. (2007). Diseño de radioenlaces Emprendedores en WiFi. Merida.
- Pietrosemoli, E. (2008). *Enlace de larga distancia*.
- Ramos Pascua, F. (2009). *Diseño de radio enlaces*. Valencia.
- Rojas Monsalvo, K. (2009). *Radiación electromagnética*. Bucaramanga.

Rueda Rangel, J. (2011). *Antenas y Propagación*. Bogota.

Sierra Pérez, M., García, J., Riena Solis, J., & García Muñoz, F. (1994). *Electrónica de comunicaciones*.

Tomasi. (s.f.). *Sistema de comunicaciones electrónicas*. Prentice-Hall.

Vargas, F., & Ubeda, A. (2009). *Campos electromagnéticos y salud pública*.

Vivallo P., A. (2008). *Formulación y evaluación de proyectos. Manual para estudiantes*.

## Referencias

- [1] J. C. Cobo Romaní, «El concepto de tecnologías de la información, Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento,» 2009.
- [2] «Naciones Unidas,» [En línea]. Available: <http://www.un.org/es/millenniumgoals/global.shtml>. [Último acceso: 2014].
- [3] Cabero, «Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas.,» de *En Lorenzo, M. y otros (coords): Enfoques en la organización y dirección de instituciones educativas formales y no formales*, Granada, Grupo Editorial Universitario, 1998, pp. 197-206.
- [4] K. Annan, «Discurso inaugural de la primera fase de la WSIS,» 2003.
- [5] J. Stienen, «Las TIC para el sector educativo. Impacto y lecciones aprendidas de programas apoyados por el IICD.,» p. 34, Noviembre 2007.

- [6] Programa EHAS, «Infraestructura y servicios de telemedicina rural en el Departamento de Cauca, Colombia,» 2003.
- [7] Y. M. Felizzola Cruz, «Tecnologías de información y comunicación para el desarrollo rural en Colombia,» 2010. [En línea]. Available: <http://revistas.javerianacali.edu.co/javevirtualoj/index.php/economia/article/view/387/599>.
- [8] L. J. Rodríguez Aragón, «Internet y Teleinformática,» 2013.
- [9] «Why Choose? A vs G vs G,» wificablesyredes, [En línea]. Available: [http://wifi.cablesyredes.com.ar/assets/images/wireless\\_comparison.jpg](http://wifi.cablesyredes.com.ar/assets/images/wireless_comparison.jpg). [Último acceso: 2013].
- [10] «Multipath loss,» [En línea]. Available: <http://www.intechopen.com/source/html/39339/media/image2.png>. [Último acceso: 2013].
- [11] E. Coimbra G. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/edisoncoimbra>. [Último acceso: 2014].
- [12] Tomasi, «Sistema de comunicaciones electrónicas Fig 9.4,» Prentice Hall.
- [13] Tomasi, «Sistema de comunicaciones electrónicas. Fig 9.5,» Prentice Hall.
- [14] R. Flickenger, «Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo. Fig 2.5,» 2008, p. 18.
- [15] R. Flickenger, «Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo. Fig 2.6,» 2008, p. 19.
- [16] R. Flickenger, «Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo. Fig 2.8,» 2008, p. 20.

- [17] R. Flickenger, «Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo. Fig 2.9,» 2008, p. 21.
- [18] [En línea]. Available: <http://luisalvomicroondasii.blogspot.com/2012/12/antenas.html>.
- [19] «Electrónicaunicrom,» [En línea]. Available: [http://www.unicrom.com/Tel\\_onda-electromagnetica.asp](http://www.unicrom.com/Tel_onda-electromagnetica.asp).
- [20] [En línea]. Available: <http://www.redco.cl/catalogo/images/ANSE2412-180.jpg>.
- [21] «informatica.gonzalonazareno.org,» [En línea]. Available: <http://informatica.gonzalonazareno.org/plataforma/mod/page/view.php?id=1533>. [Último acceso: 2014].
- [22] «informatica.gonzalonazareno.org Antena Direccional,» [En línea]. Available: <http://informatica.gonzalonazareno.org/plataforma/mod/page/view.php?id=1533>. [Último acceso: 2014].
- [23] «Codejobs,» [En línea]. Available: <http://www.codejobs.biz/es/blog/2013/09/04/nivel-de-una-senal-%20telecomunicaciones#sthash.Hlu7sjm6.2YZxkn7W.dpbs>. [Último acceso: 2014].
- [24] R. Flickenger, «Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo. Fig 2.10,» 2008, p. 23.
- [25] E. Coimbra, «coimbraweb,» [En línea]. Available: [www.coimbraweb.com](http://www.coimbraweb.com). [Último acceso: 2014].
- [26] [En línea]. Available: [www.telefoniavozip.com/voip/que-es-la-telefonía](http://www.telefoniavozip.com/voip/que-es-la-telefonía)



- ip.htm. [Último acceso: 2014].
- [27] Lairet, Cálculo de ancho de banda en VoIP, 2008.
- [28] [En línea]. Available: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/995/ALIA>.
- [29] J. Seybold, «Introduction to RF propagation,» John Wiley and Sons, 2005, p. 143.
- [30] «Radio propagation K factor,» [En línea]. Available: [http://radiomobile.pe1mew.nl/?Calculations:Propagation\\_calculation:Radio\\_propagation](http://radiomobile.pe1mew.nl/?Calculations:Propagation_calculation:Radio_propagation). [Último acceso: 2014].
- [31] A. Longley y P. Rice, «ESSA TECHNICAL REPORT ERL 79-ITS 67,» 1968. [En línea]. Available: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/676874.pdf>. [Último acceso: 2014].
- [32] «Radio Mobile - RF propagation simulation software,» [En línea]. Available: [http://radiomobile.pe1mew.nl/?Calculations:ITM\\_model\\_propagation\\_settings](http://radiomobile.pe1mew.nl/?Calculations:ITM_model_propagation_settings). [Último acceso: 2014].
- [33] [En línea]. Available: <http://www.networking-team.com/productos-y-servicios/enlaces-y-backbones-privados/>.
- [34] «Datasheet Canopy 2400BH,» [En línea]. Available: [https://system.netsuite.com/core/media/media.nl?id=4677&c=283276&h=84561b812ed342968057&\\_xt=.pdf&ck=vrW39a\\_gAc67CRDa&vid=vrW39a\\_gAdi7CdHr&cktime=123055&addrcountry=US](https://system.netsuite.com/core/media/media.nl?id=4677&c=283276&h=84561b812ed342968057&_xt=.pdf&ck=vrW39a_gAc67CRDa&vid=vrW39a_gAdi7CdHr&cktime=123055&addrcountry=US).
- [35] «Datasheet Canopy SM 2400SM,» [En línea]. Available: [http://www.wirelessnetworkproducts.com/download/hd24500\\_specs.pdf](http://www.wirelessnetworkproducts.com/download/hd24500_specs.pdf).
- [36] «Canopy Antena SM,» [En línea]. Available:

[http://www.wirelessnetworkproducts.com/download/hd24500\\_specs.pdf](http://www.wirelessnetworkproducts.com/download/hd24500_specs.pdf).

- [37] Grupo de Radiocomunicación Departamento SSR, «Tutorial de Radio Mobile,» Febrero 2007. [En línea]. Available: <http://www3.fi.mdp.edu.ar/electronica/catedras/mediosdetransmision/files/ManualRadioMobile.pdf>. [Último acceso: 2014].
- [38] E. Arq. Uriarte, *Base de Torre*, Managua, 2014.
- [39] E. Arq. Uriarte, *Pedestal de torre*, Managua, 2014.
- [40] E. Arq. Uriarte, *Trípode torre*, Managua, 2014.
- [41] E. Arq. Uriarte, *Elevación arquitectónica de la torre.*, Managua, 2014.
- [42] E. Arq. Urbina, *Área requerida para torre.*, Managua, 2014.
- [43] E. Arq. Uriarte, *Mastil en colegio*, Managua, 2014.
- [44] E. Arq. Uriarte, *Masta colegio vista frontal*, Managua, 2014.
- [45] «[www.ryohnosuke.com](http://www.ryohnosuke.com),» [En línea]. Available: <http://www.ryohnosuke.com/foros/index.php?threads/11353/>. [Último acceso: 2014].
- [46] «[electransforma](http://www.electransforma.com),» [En línea]. Available: [http://www.google.com.ni/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Felectransforma.com%2Fimages%2Fpararrayo1.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Felectransforma.com%2Fservicios.htm&h=448&w=281&tbnid=xfcy0bvENkB7oM%3A&zoom=1&docid=CzM1O-kimtdM\\_M&ei=AePoU\\_upNajgsATwo4G4Dw&tbm=isch&c](http://www.google.com.ni/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Felectransforma.com%2Fimages%2Fpararrayo1.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Felectransforma.com%2Fservicios.htm&h=448&w=281&tbnid=xfcy0bvENkB7oM%3A&zoom=1&docid=CzM1O-kimtdM_M&ei=AePoU_upNajgsATwo4G4Dw&tbm=isch&c).
- [47] Minetur, «campos electromagnéticos y salud pública, informe técnico elaborado por el comité de expertos,» [En línea]. Available: <http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion>

/Aspectos%20sanitarios/1.-

%20Ministerio%20de%20Sanidad,%20Servicios%20Sociales%20e%20Igu  
aldad/InformeTec\_20012001\_05\_11.pdf. [Último acceso: 2014].

- [48] «Campos electromagnéticos y salud pública. Informe técnico elaborado por el comité de expertos.,» [En línea]. Available: [http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Aspectos%20sanitarios/1.-%20Ministerio%20de%20Sanidad,%20Servicios%20Sociales%20e%20Igualdad/InformeTec\\_20012001\\_05\\_11.pdf](http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Aspectos%20sanitarios/1.-%20Ministerio%20de%20Sanidad,%20Servicios%20Sociales%20e%20Igualdad/InformeTec_20012001_05_11.pdf). [Último acceso: 2014].

- [49] «Reglamento de la ley 843,» [En línea]. Available: [http://www.pgr.gob.ni/PDF/2014/GACETA/ABRIL/GACETA\\_04\\_04\\_2014.pdf](http://www.pgr.gob.ni/PDF/2014/GACETA/ABRIL/GACETA_04_04_2014.pdf). [Último acceso: 2014].

## **ANEXO 1**

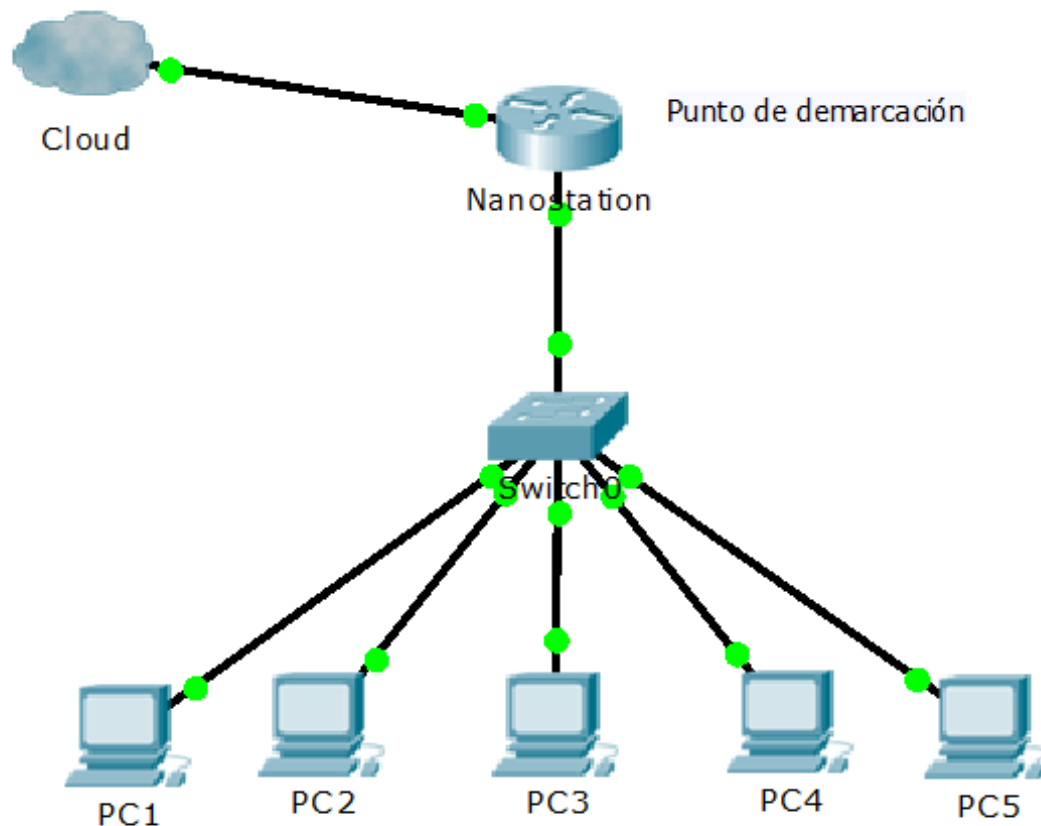
### **Tabla de Erlang**

## Erlang B Traffic Table

N/B	Maximum Offered Load Versus B and N										
	B is in %										
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90
16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50	15.18	16.81	20.30
17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52	16.29	18.01	21.70
18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.55	17.41	19.22	23.10
19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58	18.53	20.42	24.51
20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61	19.65	21.64	25.92
21	8.319	9.501	10.11	11.86	12.84	14.04	16.19	18.65	20.77	22.85	27.33
22	8.946	10.18	10.81	12.64	13.65	14.90	17.13	19.69	21.90	24.06	28.74
23	9.583	10.87	11.52	13.42	14.47	15.76	18.08	20.74	23.03	25.28	30.15
24	10.23	11.56	12.24	14.20	15.30	16.63	19.03	21.78	24.16	26.50	31.56
25	10.88	12.26	12.97	15.00	16.13	17.51	19.99	22.83	25.30	27.72	32.97
26	11.54	12.97	13.70	15.80	16.96	18.38	20.94	23.89	26.43	28.94	34.39
27	12.21	13.69	14.44	16.60	17.80	19.27	21.90	24.94	27.57	30.16	35.80
28	12.88	14.41	15.18	17.41	18.64	20.15	22.87	26.00	28.71	31.39	37.21
29	13.56	15.13	15.93	18.22	19.49	21.04	23.83	27.05	29.85	32.61	38.63
30	14.25	15.86	16.68	19.03	20.34	21.93	24.80	28.11	31.00	33.84	40.05
31	14.94	16.60	17.44	19.85	21.19	22.83	25.77	29.17	32.14	35.07	41.46
32	15.63	17.34	18.21	20.68	22.05	23.73	26.75	30.24	33.28	36.30	42.88
33	16.34	18.09	18.97	21.51	22.91	24.63	27.72	31.30	34.43	37.52	44.30
34	17.04	18.84	19.74	22.34	23.77	25.53	28.70	32.37	35.58	38.75	45.72
35	17.75	19.59	20.52	23.17	24.64	26.44	29.68	33.43	36.72	39.99	47.14

**ANEXO 2****Red LAN de telecentro**

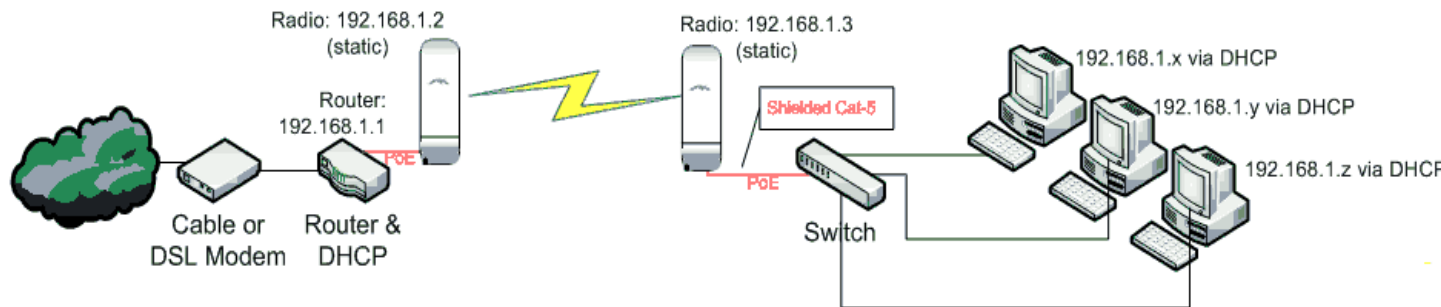
Del cálculo realizado en el apartado caracterización de tráfico se concluyó con que un ancho de banda de 2Mbps es el necesario para brindar los servicios de correo, VoIP, acceso web y videoconferencia, a cinco PCs en el telecentro. Garantizando siempre una buena comunicación y que no existan demoras en el envío y recepción de paquetes.



En la imagen se muestra el diagrama de red LAN que se encontrará en telecentro, el router da el direccionamiento por DHCP y el switch es el encargado de distribuir a los dispositivos finales.

## ANEXO 3

## Configuración equipos Ubiquiti AIRMAX



## Instrucciones para configurar de un enlace Punto a Punto usando AirOs 5.5

1. Volver el radio a configuración de fábrica (FACTORY DEFAULT)
2. Conectar el radio a tu computadora usando un cable Ethernet. El Puerto Ethernet se auto configure. No es requerido un cable cruzado.
3. Usando un navegador, entra a 192.168.1.20 como la "URL" para acceder al interfaz de administración del radio.
4. Ingresar "ubnt" como usuario y "ubnt" como contraseña.

**Para el radio etiquetado "192.168.1.2" en la imagen:**

A. Seleccionar la pestaña |Wireless|, y cambiar solamente:

- Wireless Mode: Access Point
- WDS: [X] Enable
- Press [Change] button

B. Seleccionar la pestaña |Network|, y cambiar solamente:

- IP Address: 192.168.1.2
- Press [Change] button
- Press [Apply] button

DONE

**Para el radio etiquetado "192.168.1.3" en la imagen:**

Repetir los pasos del 1 al 4 y luego...

C. Seleccionar la pestaña |Wireless|, y cambiar solamente:

- Wireless Mode: Station
- WDS: [X] Enable
- Press [Change] button

D. Seleccionar la pestaña |Network|, y cambiar solamente:

- IP Address: 192.168.1.3
- Press [Change] button

E. Press [Apply] button

DONE



## **ANEXO 4**

### **Datasheet**



# *rocketM*

Powerful 2x2 MIMO AirMax BaseStation Platforms

Models: M2, M2GPS, M3, M365, M365GPS, M5, M5GPS, M900

Ultimate in RF Performance

Seamlessly Integrates with AirMax  
BaseStation and Rocket Antennas

Incredible Range and Speed



# Overview

02

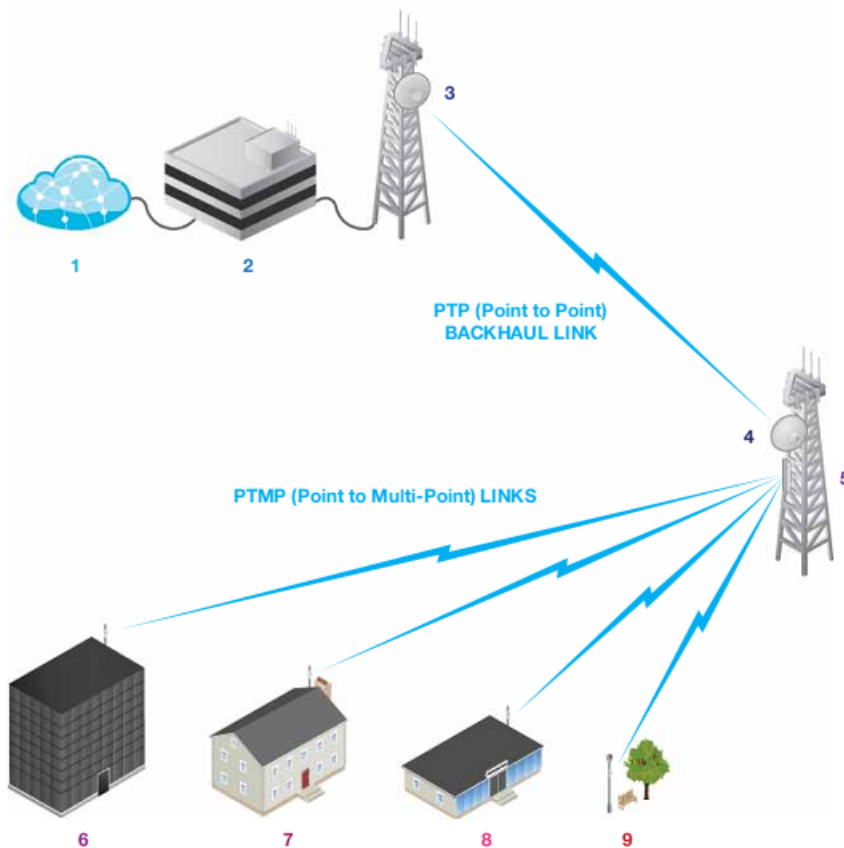
## Versatile

Rocket M is a rugged, hi-power, very linear 2x2 MIMO radio with enhanced receiver performance. It features incredible range performance (50+km) and breakthrough speed (150+Mbps real TCP/IP).

Rocket M combines the "brains" in one robust unit; it can be paired with your choice of AirMax BaseStation or Rocket Antennas. This versatility gives network architects unparalleled flexibility and convenience.

On the right is one example of how Rockets can be deployed:

- 1 Internet Backbone
- 2 ISP Network
- 3 RocketDish with Rocket M
- 4 RocketDish with Rocket M
- 5 AirMax BaseStation with Rocket M
- 6 Corporate building with NanoStation M client.
- 7 House with NanoStation M client.
- 8 Small business with NanoStation M client.
- 9 Lightpole with NanoStation M daisy-chained to a PicoStation M to create a wireless hotspot.



## Integrated AirMax Technology

Unlike standard WiFi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) AirMax protocol allows each client to send & receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This "time slot" method eliminates hidden node collisions & maximizes air time efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, & scalability compared to all other outdoor systems in its class.

**Intelligent QoS** Priority is given to voice/video for seamless access.

**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high speed 50km+ links

**Latency** Multiple features dramatically reduce noise.

## GPS Synchronization\*

Rocket M GPS units have integrated Ubiquiti AirSync technology. AirSync enhances the hardware and software of Rocket M to utilize GPS signals for precision timing.

**GPS Signal Reporting** AirOS was upgraded to take full advantage of the new GPS hardware in Rocket M GPS units; easily manage/monitor GPS satellite signals.

**No Co-location Interference** Synchronized transmission among Rocket M GPS powered BaseStations effectively eliminates co-location interference.

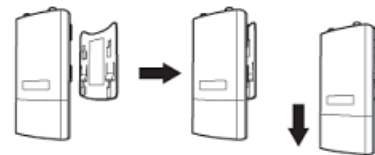
**External GPS Antenna** Included weather-proof external GPS Antenna (Rocket M GPS).

**Two Ethernet Ports** Second Ethernet port (only Rocket M GPS) capable of providing power to a secondary device using PoE.

**Channel Re-use** Frequency reuse for increased scalability.

## Easy Installation

Rocket M and AirMax BaseStation/ Rocket Antennas have been designed to seamlessly work together.



Installing Rocket M on AirMax BaseStation and Rocket Antennas requires no special tools, you simply snap it securely into place with the universal Rocket mount built into the antennas.

\* Only Rocket M GPS Models

# Models

03



[top - Rocket M GPS Series] **RM2-GPS** (2.4 GHz), **RM365-GPS** (3.65-3.675 GHz), **RM5-GPS** (5 GHz)

[bottom - Rocket M Series] **RM2** (2.4 GHz), **RM3** (3.4-3.7 GHz), **RM365** (3.65-3.675 GHz), **RM5** (5GHz), **RM900** (900 MHz)

# Software

04

## airOS

AirOS is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti firmware technology. It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture which enables hi-performance outdoor multipoint networking.

### Protocol Support

### Ubiquiti Channelization

### Spectral Width Adjust

### ACK Auto-Timing

### AAP Technology

### GPS Signal Reporting\*



## airView

Integrated on all Ubiquiti M products, AirView provides Advanced Spectrum Analyzer Functionality: Waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

**Waterfall** Aggregate energy over time for each frequency.

**Waveform** Aggregate energy collected.

**Real-time** Energy is shown real-time as a function of frequency.

**Recording** Automize AirView to record and report results.



## airControl

AirControl is a powerful and intuitive web based server network management application which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

### Network Map

### Monitor Device Status

### Mass Firmware Upgrade

### Web UI Access

### Manage Groups of Devices

### Task Scheduling



\* Only Rocket M GPS Models



# Specifications

05

System Information		
Processor Specs	Atheros MIPS 24KC, 400MHz	
Memory Information	64MB SDRAM, 8MB Flash	
	M	M GPS
Networking Interface	1 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet	2 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet

Regulatory / Compliance Information			
	M900, M2, M5, M2 GPS, M5 GPS	M3	M365, M365 GPS
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE	-	FCC Part 90Y
RoHS Compliance	YES		

Physical / Electrical / Environmental		
Enclosure Size	17 x 8 x 3cm (length, width, height)	
Weight	0.5kg	
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic	
Mounting Kit	Pole Mounting Kit included	
Power Supply	24V, 1A POE Supply included	
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4, 5+; 7, 8 return)	
Operating Temperature	-30C to 75C	
Operating Humidity	5 to 95% Condensing	
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4	
	M	M GPS
RF Connector	2x RP-SMA (Waterproof)	2x RP-SMA and 1x SMA (Waterproof)
	M (Except M5), M GPS (Except M5 GPS)	M5, M5 GPS
Max Power Consumption	6.5 Watts	8 Watts

Compatible Antennas				
M900	M2, M2 GPS	M3	M365, M365 GPS	M5, M5 GPS
AirMax Sector 900M-13-120	AirMax Sector 2G-16-90 2G-15-120	AirMax Sector 3G-18-120	AirMax Sector 3G-18-120	AirMax Sector 5G-17-90 5G-16-120 5G-20-90 5G-19-120
	Rocket Dish 2G-24	Rocket Dish 3G-26	Rocket Dish 3G-26	
				Rocket Dish 5G-30 5G-34

# Specifications

**rocket™ M2**

## M2 Physical / Electrical / Environmental Information

Dimensions	160 x 80 x 30 mm (6.30 x 3.15 x 1.18")
Weight	500 g (1.1 lb)
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
Processor	MIPS 24Kc
Memory	128 MB SDRAM, 8 MB Flash
Networking Interface	(1) 10/100 Mbps
RF Connections	(2) RP-SMA (Waterproof)
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength
Max. Power Consumption	6.5W
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
ESD/EMP Protection	± 24KV Air / Contact
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4

## M2 Software Information

Modes	Access Point, Station
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet , Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CLI
Security	WPA2 AES Only
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 64QAM, 5/8/10/20/30/40 MHz Channel Width Support
Ubiquiti Specific Features	airMAX Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode

## M2 Compliance

Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes

# Specifications (cont.)

06

Operating Frequency Summary (MHz)				
M900	M2, M2 GPS	M3	M365, M365 GPS	M5, M5 GPS
902-928	2412-2462	3400-3700	3650-3675	5470-5825*

Rocket M900 - Operating Frequency 902-928 MHz							
OUTPUT POWER: 28 dBm							
900 MHz TX POWER SPECIFICATIONS				900 MHz RX POWER SPECIFICATIONS			
AirMax	MCS0	28 dBm	+/- 2 dB	AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	28 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	28 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	28 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	28 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	24 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	21 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	28 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	28 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	28 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	28 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	28 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	24 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
	MCS15	21 dBm	+/- 2 dB		MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB

Rocket M2 / M2 GPS - Operating Frequency 2412-2462 MHz							
OUTPUT POWER: 28 dBm							
2.4 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				2.4 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
11g	DataRate	Avg. TX	Tolerance	11g	DataRate	Avg. TX	Tolerance
	1-24 Mbps	28 dBm	+/- 2 dB		1-24 Mbps	-97 dBm min	+/- 2 dB
	36 Mbps	26 dBm	+/- 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	+/- 2 dB
	48 Mbps	25 dBm	+/- 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	+/- 2 dB
	54 Mbps	24 dBm	+/- 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	+/- 2 dB
11n / AirMax	MCS0	28 dBm	+/- 2 dB	11n / AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	28 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	28 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	28 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	27 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	25 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	23 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	22 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	28 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	28 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	28 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	28 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	27 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	25 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	23 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
	MCS15	22 dBm	+/- 2 dB		MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB

\* Only 5745 - 5825 MHz is supported in the USA



# Specifications (cont.)

07

Rocket M3 - Operating Frequency 3400-3700 MHz							
OUTPUT POWER: 25 dBm							
TX POWER SPECIFICATIONS				RX POWER SPECIFICATIONS			
AirMax	MCS0	25 dBm	+/- 2 dB	AirMax	MCS0	-94 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	25 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	25 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	25 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	24 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	23 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	20 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	25 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	25 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-91 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	25 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	25 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	24 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	23 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
	MCS15	20 dBm	+/- 2 dB		MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB

Rocket M365 / M365 GPS - Operating Frequency 3650-3675 MHz							
OUTPUT POWER: 25 dBm							
TX POWER SPECIFICATIONS				RX POWER SPECIFICATIONS			
AirMax	MCS0	25 dBm	+/- 2 dB	AirMax	MCS0	-94 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	25 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	25 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	25 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	24 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	23 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	20 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	25 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	25 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-91 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	25 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	25 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	24 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	23 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
	MCS15	20 dBm	+/- 2 dB		MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB

# Specifications (cont.)

08

Rocket M5 / M5 GPS - Operating Frequency 5470-5825 MHz*								
OUTPUT POWER: 27 dBm								
5 GHz TX POWER SPECIFICATIONS					5 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
11a	DataRate	Avg. TX	Tolerance		11a	DataRate	Avg. TX	Tolerance
	6-24 Mbps	27 dBm	+/- 2 dB			6-24 Mbps	-94 dBm min	+/- 2 dB
	36 Mbps	25 dBm	+/- 2 dB			36 Mbps	-80 dBm	+/- 2 dB
	48 Mbps	23 dBm	+/- 2 dB			48 Mbps	-77 dBm	+/- 2 dB
	54 Mbps	22 dBm	+/- 2 dB			54 Mbps	-75 dBm	+/- 2 dB
11n / AirMax					11n / AirMax			
	MCS0	27 dBm	+/- 2 dB			MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	27 dBm	+/- 2 dB			MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	27 dBm	+/- 2 dB			MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	27 dBm	+/- 2 dB			MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	26 dBm	+/- 2 dB			MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	24 dBm	+/- 2 dB			MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB			MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	21 dBm	+/- 2 dB			MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	27 dBm	+/- 2 dB			MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	27 dBm	+/- 2 dB			MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	27 dBm	+/- 2 dB			MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	27 dBm	+/- 2 dB			MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	26 dBm	+/- 2 dB			MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	24 dBm	+/- 2 dB	MCS13		-79 dBm	+/- 2 dB	
MCS14	22 dBm	+/- 2 dB	MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB			
MCS15	21 dBm	+/- 2 dB	MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB			

\* Only 5745 - 5825 MHz is supported in the USA

# Antenna Compatibility



RocketM9



RocketM2  
RocketM2-Ti

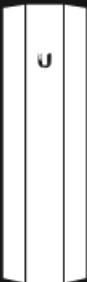




RocketM3  
RocketM365



RocketM5  
RocketM5-Ti

## Frequency Band

	900 MHz	2.4 GHz	3/3.65 GHz	5 GHz
 Sector	AM-9M13	AM-V2G-Ti AM-2G15-120 AM-2G16-90	AM-3G18-120	AM-V5G-Ti AM-M-V5G-Ti AM-5G16-120 AM-5G17-90 AM-5G19-120 AM-5G20-90 AM-5AC21-60 AM-5AC22-45
 Rocket Dish		RD-2G24	RD-3G26	RD-5G31-AC RD-5G30 RD-5G34
 Yagi	AMY-9M16			



www.ubnt.com

Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: [www.ubnt.com/support/warranty](http://www.ubnt.com/support/warranty)  
 ©2011-2014 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airMAX, airControl, airOS, airView, Rocket, RocketDish, TOUGH Cable, and TOUGH Switch are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

# TOUGH Cable

OUTDOOR CARRIER CLASS SHIELDED

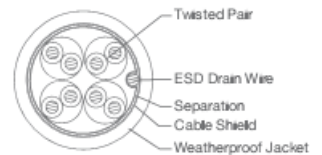
Protect your networks from the most brutal environments with Ubiquiti's industrial-grade shielded ethernet cable, TOUGH Cable.

**Increase Performance** Dramatically improve your ethernet link states, speeds, and overall performance with Ubiquiti TOUGH Cables.

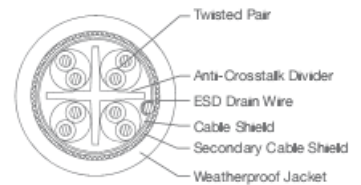
**Extreme Weatherproof** TOUGH Cables have been built to perform even in the harshest weather and environments.

**Eliminate ESD Attacks** Protect your networks from devastating ESD Attacks, TOUGH Cables eliminate ESD attacks and ethernet hardware damage.

**Extended Cable Support** TOUGH Cables have been developed to have increased power handling performance for extended cable run lengths.



**LEVEL 1**  
SHIELDING PROTECTION



**LEVEL 2**  
SHIELDING PROTECTION

## Bulletproof your networks

TOUGH Cable is currently available in two versions: Level 1 Shielding Protection and Level 2 Shielding Protection.

**Level 1** is a Category 5e (100Mbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable.

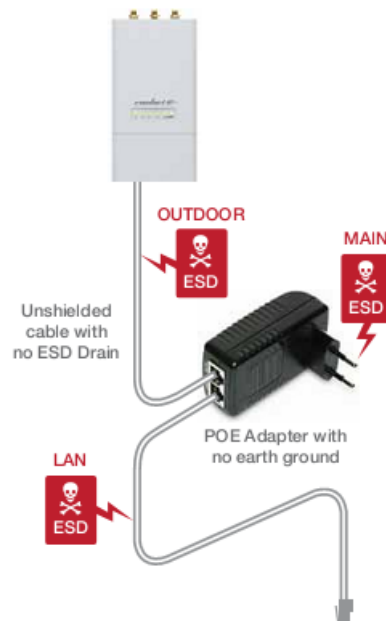
**Level 2** is a Category 6 (1Gbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable that is also capable of providing enhanced Category 5e performance.

### Additional Information:

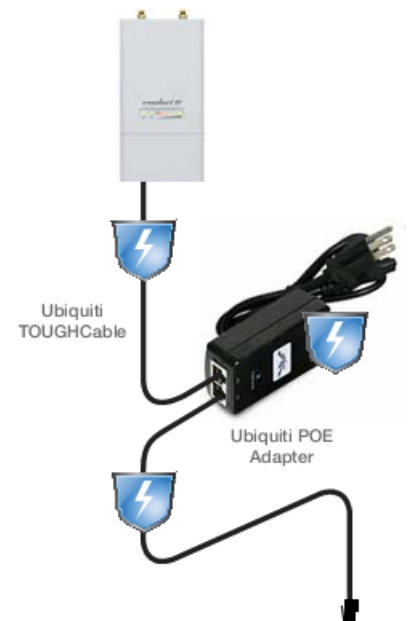
- 24 AWG copper conductor pairs
- ESD Drain Wire: 26 AWG integrated ESD Drain wire to prevent ESD attacks & damage.
- PVC outdoor rated jacket
- 0.35um foil shield
- Multi-Layered Shielding
- 1000ft (304.8m) length

Learn more:  
[www.ubnt.com/toughcable](http://www.ubnt.com/toughcable)

ESD Attacks are overwhelmingly the leading cause for device failures. The diagram below illustrates the areas vulnerable to ESD Attacks in a defenseless network.



By using a grounded Ubiquiti POE adapter (included) along with Ubiquiti TOUGH Cable (sold separately), you can effectively eliminate ESD Attacks.





TERMS OF USE: The Ubiquiti radio device must be professionally installed. Shielded ethernet cable and earth grounding must be used as conditions of product warranty. It is the installers responsibility to follow local country regulations including operation within legal frequency channels, output power, and Dynamic Frequency Selection (DFS) requirements.

For further information, please visit [www.ubnt.com](http://www.ubnt.com).

All specifications in this document are subject to change without notice.

RM-DS-080511



# **rocket** D I S H

AirMax Carrier Class 2x2 PtP Bridge Dish Antenna

Models: RD-2G-24, RD-3G-26, RD-5G-30, RD-5G-34

Ultimate in RF Performance

Integrated Mount lets you easily  
snap Rocket M into place

Incredible Range and Speed





# Overview

02

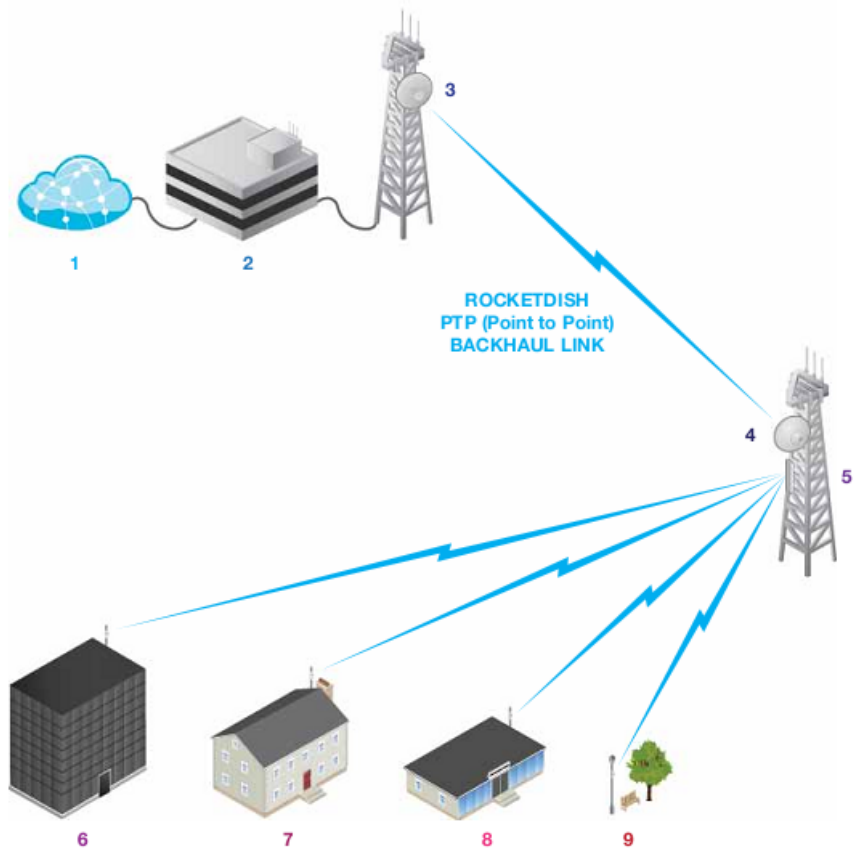
## AirMax 2x2 PtP Dish Antenna

RocketDish is a Carrier Class Dish Antenna that was designed to seamlessly integrate with Rocket M radios (sold separately).

Rocket M combines the “brains” in one robust unit; pair Rocket M with RocketDish to create powerful 2x2 MIMO PtP bridging applications. This seamless integration gives network architects unparalleled flexibility and convenience.

On the right is one example of how RocketDishes can be deployed:

- 1 Internet Backbone
- 2 ISP Network
- 3 RocketDish with Rocket M
- 4 RocketDish with Rocket M
- 5 AirMax BaseStation with Rocket M
- 6 Corporate building with NanoStation M client.
- 7 House with NanoStation M client.
- 8 Small business with NanoStation M client.
- 9 Lightpole with NanoStation M daisy-chained to a PicoStation M to create a wireless hotspot.



## Integrated AirMax Technology

Unlike standard WiFi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) AirMax protocol allows each client to send & receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This "time slot" method eliminates hidden node collisions & maximizes air time efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, & scalability compared to all other outdoor systems in its class.

**Intelligent QoS** Priority is given to voice/video for seamless access.

**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high speed 50km+ links

**Latency** Multiple features dramatically reduce noise.

## GPS Synchronization\*

Pair RocketDish with Rocket M GPS to utilize Ubiquiti AirSync GPS Synchronization technology. AirSync enhances the hardware and software of Rocket M to use GPS signals for precision timing.

**GPS Signal Reporting** AirOS was upgraded to take full advantage of the new GPS hardware in Rocket M GPS units; easily manage/monitor GPS satellite signals.

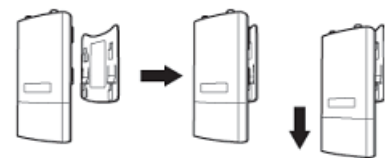
**No Co-location Interference** Synchronized transmission among Rocket M GPS powered BaseStations effectively eliminates co-location interference.

**Seamless AirMax Integration** Rocket M GPS units seamlessly integrate with AirMax BaseStation and RocketDish Antennas.

**Channel Re-use** Frequency reuse for increased scalability.

## Easy Installation

RocketDish Antennas and Rocket M radios have been designed to seamlessly work together.



Installing Rocket M on RocketDish requires no special tools, you simply snap it securely into place with the universal Rocket mount built into the antennas.

\* When paired with Rocket M GPS

# Models

03



## **RocketDish\***

**RD-2G-24** (2.4 GHz, 24 dBi)

**RD-3G-26** (3.3-3.7 GHz, 26 dBi)

**RD-5G-30** (5 GHz, 30 dBi)

**RD-5G-34** (5 GHz, 34 dBi)



## **RocketDish Radome\*\***

**RAD-2RD** (2 ft / 648 mm)

**RAD-3RD** (3 ft / 972 mm)

- Greatly Reduce Wind Load
- Protect Antenna Surfaces from Harsh Environments
- Conceal Antenna Equipment from Public view
- Designed specifically for RocketDish Antennas

\*RocketDish does not include Rocket M (sold separately)

\*\*RocketDish Radome does not include RocketDish (sold separately)



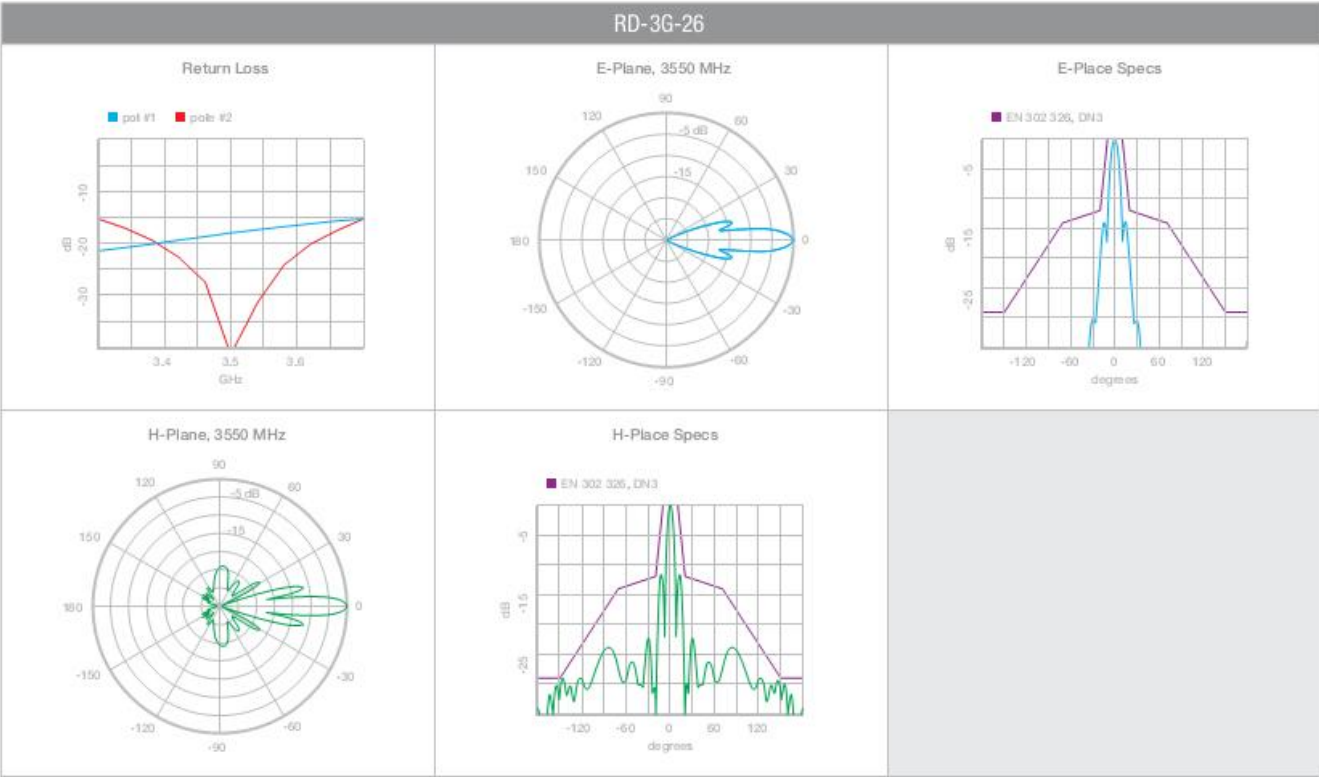
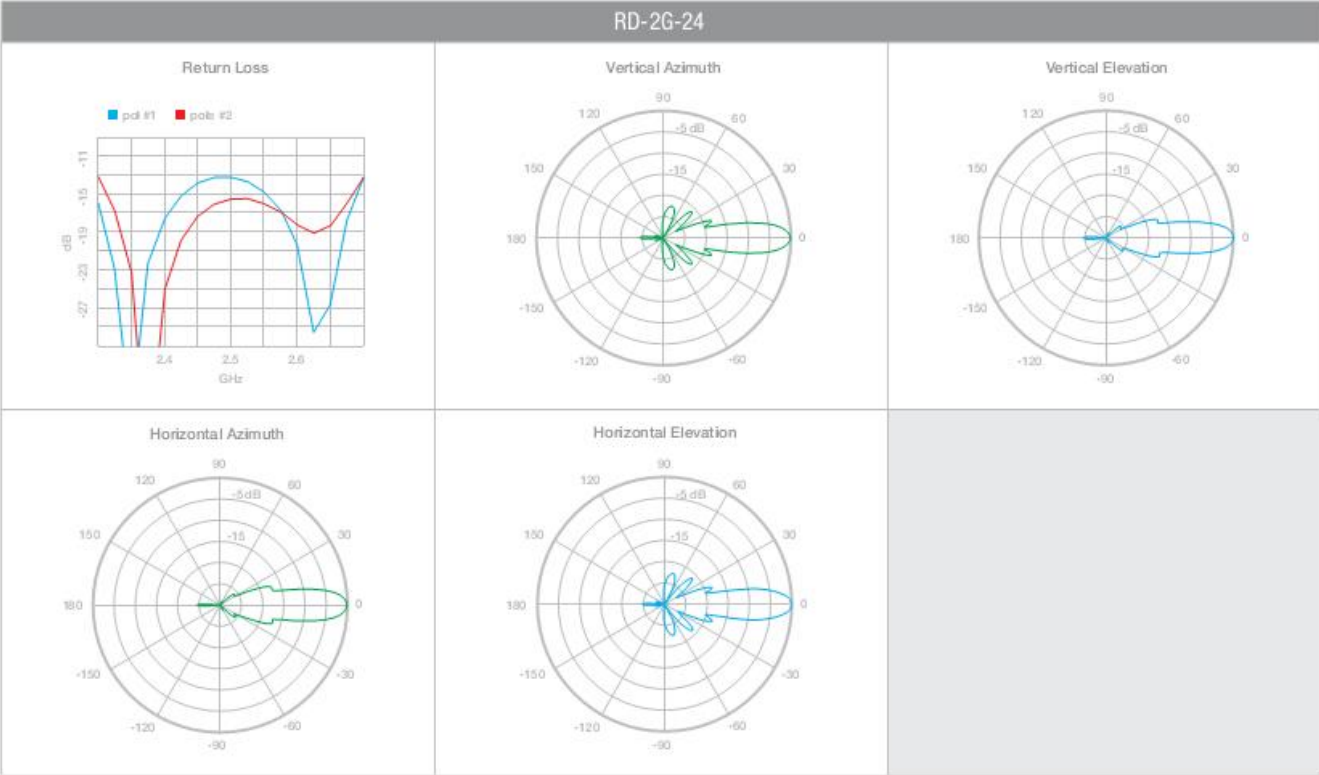
# Specifications

05

Antenna Characteristics				
	RD-2G-24	RD-3G-26	RD-5G-30	RD-5G-34
Frequency Range	2.3-2.7 GHz	3.3-3.8 GHz	5.1-5.8 GHz	
Gain	24 dBi	26 dBi	30 dBi	34 dBi
Hpol Beamwidth	3.8 deg. (Rx Dish) 6.6 deg. (Tx Dish)	7 deg. (6 dB)	5 deg. (3 dB)	3 deg. (3 dB)
Vpol Beamwidth	3.8 deg. (Rx Dish) 6.6 deg. (Tx Dish)	7 deg. (6 dB)	5 deg. (6 dB)	3 deg. (6 dB)
F/B Ratio	-50 dB (Rx Dish) -65 dB (Tx Dish)	-33 dB	-34 dB	-42 dB
Max VSWR	1.6:1	1.4:1		
Dimensions	648 mm diameter			1050 mm diameter
Weight	9.8 kg			13.5 kg
Wind Survivability	120 mph			125 mph
Wind Loading	113 lb @ 100 mph			256 lb @ 100 mph
Polarization	Dual Linear			
Cross-pol Isolation	35 dB min			
ETSI Specification	EN 302 326 DN2			
Mounting	Universal pole mount, Rocket M bracket, and weatherproof RF jumpers included			

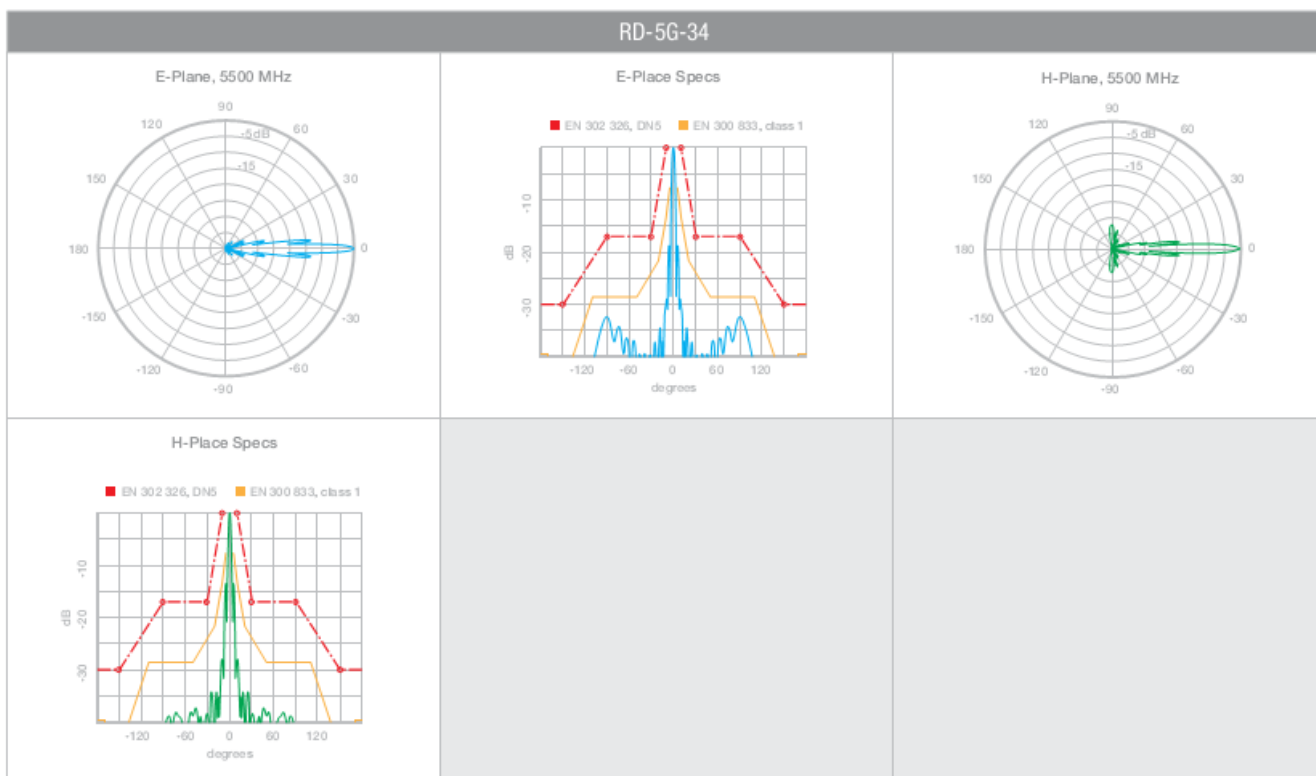
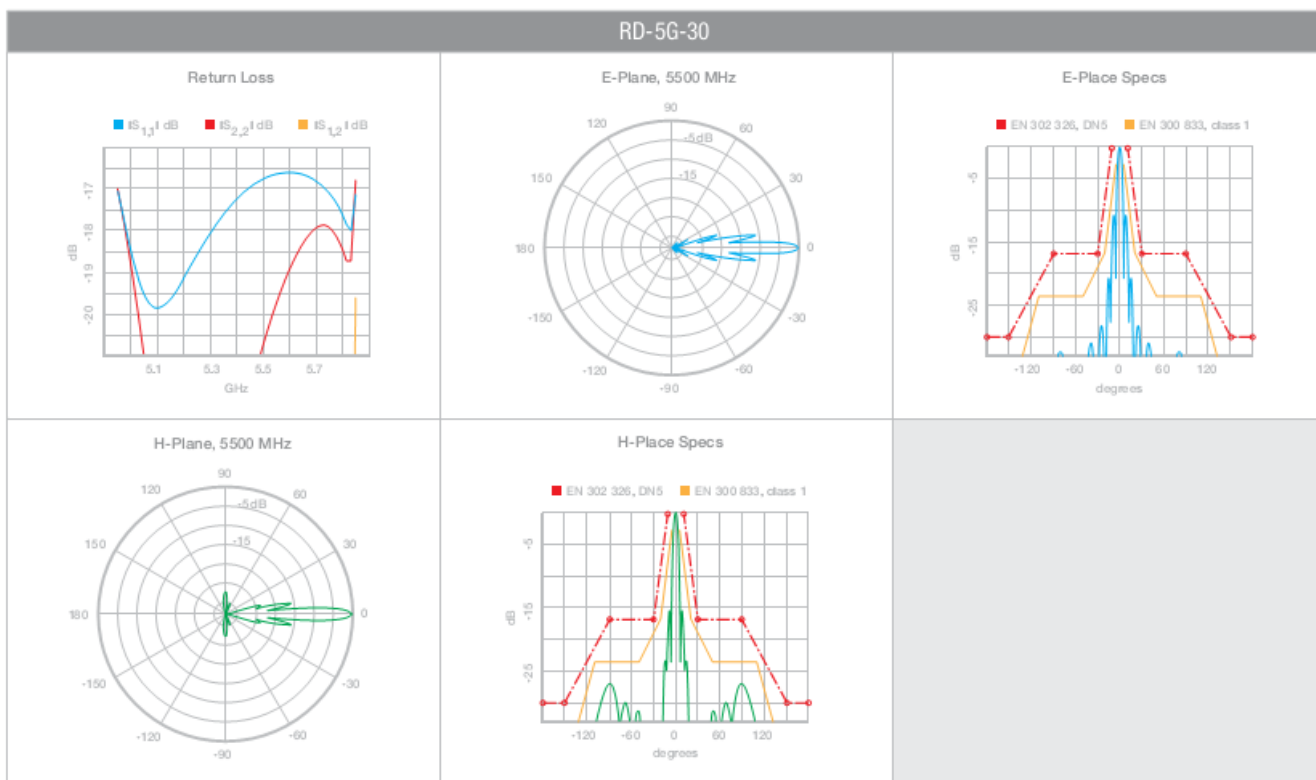
RocketDish does not include Rocket M (sold separately)

# Specifications (cont.)



# Specifications (cont.)

07





# NanoStation™ M

# NanoStation™ loco M

Indoor/Outdoor airMAX™ CPE

Models: NSM2, NSM3, NSM365, NSM5, locoM2, locoM5, locoM9

Cost-Effective, High-Performance

Compact and Versatile Design

Powerful Integrated Antenna

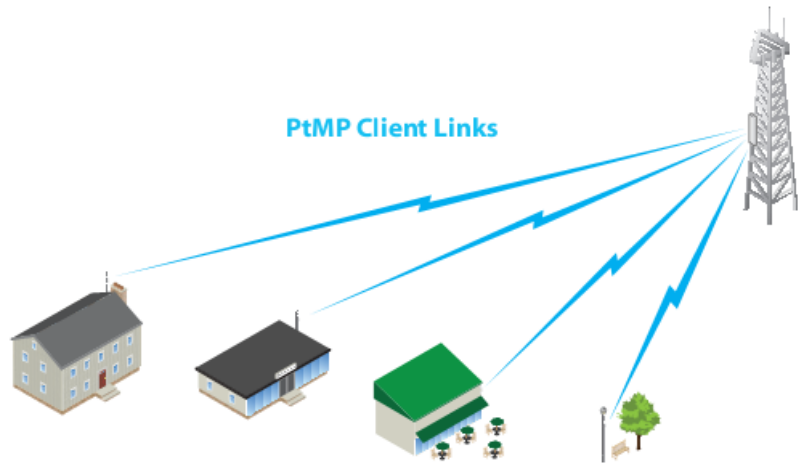


# Overview

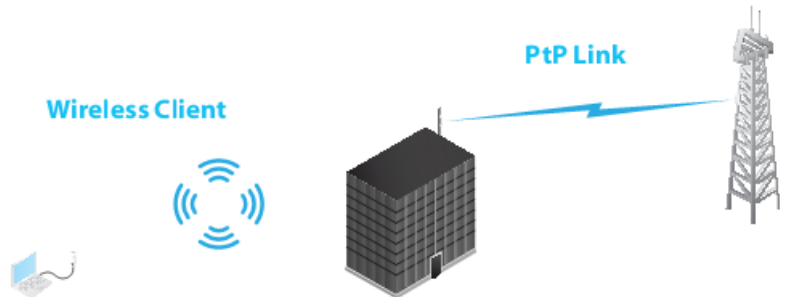
## Leading-Edge Industrial Design

Ubiquiti Networks™ set the bar for the world's first low-cost and efficient broadband Customer Premises Equipment (CPE) with the original NanoStation™. The NanoStationM and NanoStationlocoM take the same concept to the future with sleek and elegant form factors, along with integrated airMAX™ (MIMO TDMA protocol) technology.

The low cost, high performance, and small form factor of NanoStationM and NanoStationlocoM make them extremely versatile and economical to deploy.



*NanoStationM as powerful clients in an airMAX PtMP (Point-to-Multi-Point) network setup.*



*NanoStationM as a powerful wireless client.*

*Use two NanoStationM to create a PtP link.*

## Utilize airMAX Technology

Unlike standard Wi-Fi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) airMAX protocol allows each client to send and receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This "time slot" method eliminates hidden node collisions and maximizes airtime efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, and scalability compared to all other outdoor systems in its class.

**Intelligent QoS** Priority is given to voice/video for seamless streaming.

**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high-speed, carrier-class links.

**Latency** Multiple features dramatically reduce noise.

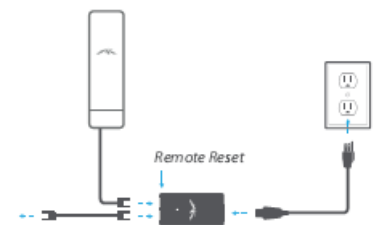
## Dual Ethernet Connectivity<sup>1</sup>

The NanoStationM provides a secondary Ethernet port with software-enabled PoE output for seamless IP video integration.



## Intelligent PoE<sup>2</sup>

Remote hardware reset circuitry of the NanoStationM allows the device to be remotely reset from the power supply location.



The NanoStationM may also be powered by the Ubiquiti Networks TOUGHSwitch PoE. In addition, any NanoStationM can easily become 48V, 802.3af compliant through use of the Ubiquiti Instant 802.3af Adapter (sold separately).

<sup>1</sup> Only NanoStationM models

<sup>2</sup> Remote reset is an option that is sold separately as the POE-24. The NanoStationM includes a 24V PoE adapter without remote reset.

# Models



## NanoStation™ M

Model	Frequency	Gain
NSM2	2.4 GHz	11 dBi
NSM3	3 GHz	13 dBi
NSM365	3.65 GHz	13 dBi
NSM5	5 GHz	16 dBi



## NanoStation™ loco M

Model	Frequency	Gain
locoM2	2.4 GHz	8 dBi
locoM5	5 GHz	13 dBi



## NanoStation™ loco M

Model	Frequency	Gain
locoM9	900 MHz	8 dBi

# Specifications

System Information			
Model	NanoStationM	locoM5/M2	locoM9
Processor Specs	Atheros MIPS 24KC, 400 MHz	Atheros MIPS 24KC, 400 MHz	Atheros MIPS 24KC, 400 MHz
Memory	32 MB SDRAM, 8 MB Flash	32 MB SDRAM, 8 MB Flash	64 MB SDRAM, 8 MB Flash
Networking Interface	(2) 10/100 Ethernet Ports	(1) 10/100 Ethernet Port	(1) 10/100 Ethernet Port

Regulatory/Compliance Information				
Model	NSM5/NSM2/locoM5/locoM2	NSM3	NSM365	locoM9
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE	-	FCC Part 90Z	FCC Part 15.247, IC RS210
RoHS Compliance	Yes	Yes	Yes	Yes

Physical/Electrical/Environmental						
Model	NSM5	NSM3/365	NSM2	locoM5	locoM2	locoM9
Dimensions (mm)	294 x 31 x 80	294 x 31 x 80	294 x 31 x 80	163 x 31 x 80	163 x 31 x 80	164 x 72 x 199
Weight	0.4 kg	0.5 kg	0.4 kg	0.18 kg	0.18 kg	0.9 kg
Power Supply (PoE)	24V, 0.5A	24V, 1A	24V, 0.5A	24V, 0.5A	24V, 0.5A	24V, 0.5A
Max. Power Consumption	8 W	8 W	8 W	5.5 W	5.5 W	6.5 W
Gain	16 dBi	13.7 dBi	11 dBi	13 dBi	8 dBi	8 dBi
RF Connector	-	-	-	-	-	External RP-SMA
Polarization	Dual Linear					
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic					
Mounting	Pole Mounting Kit Included					
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4, 5+; 7, 8 return)					
Operating Temperature	-30 to 75° C					
Operating Humidity	5 to 95% Condensing					
Shock & Vibration	ETSI300-019-1.4					

Operating Frequency Summary (MHz)					
Model	NSM5/locoM5	NSM365	NSM3	NSM2/locoM2	locoM9
Worldwide	5170 - 5875	3650-3675	3400-3700	2412-2462	902-928
USA	5725 - 5850				
USA DFS	5250 - 5850	-	-	-	-

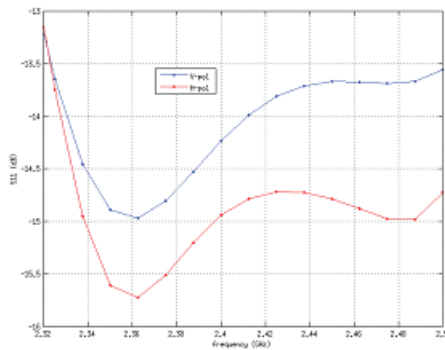


# NanoStationM2 Specifications

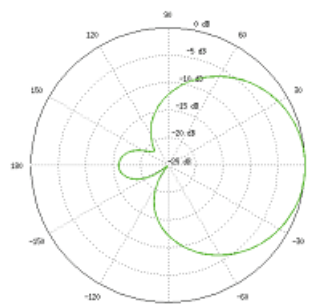
Output Power: 28 dBm							
2.4 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				2.4 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance		Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
11b/g	1-24 Mbps	28 dBm	± 2 dB	11b/g	1-24 Mbps	-83 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	26 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	25 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	24 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
airMAX	MCS0	28 dBm	± 2 dB	airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	28 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	28 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	28 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	27 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	25 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	23 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	22 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	28 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	28 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	28 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	28 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	27 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	25 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	23 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	22 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB

Antenna Information	
Gain	10.4-11.2 dBi
Cross-pol Isolation	23 dB Minimum
Max. VSWR	1.6:1
Beamwidth	55° (H-pol) / 53° (V-pol) / 27° (Elevation)

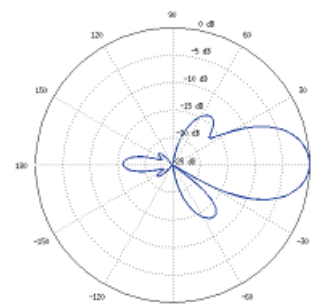
Return Loss



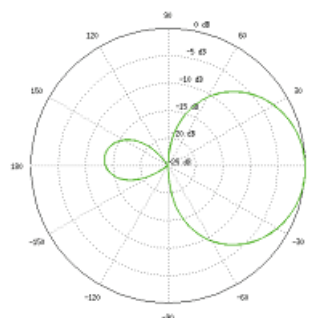
Vertical Azimuth



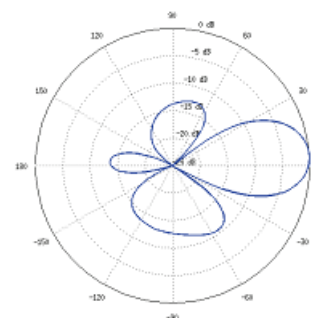
Vertical Elevation



Horizontal Azimuth



Horizontal Elevation







# UniFi®

## Enterprise WiFi System

Models: UAP, UAP-LR, UAP-PRO, UAP-AC, UAP-Outdoor+, UAP-Outdoor5, UAP-AC Outdoor

**Unlimited Indoor/Outdoor AP Scalability in a Unified Management System**

**Breakthrough Speeds up to 1300 Mbps (802.11ac)**

**Intuitive UniFi Controller Software**

**Hotspot Management – Customization and Built-In Billing Options**



## Scalable and Unified Enterprise WiFi Management

The UniFi® Enterprise WiFi System is a scalable enterprise access point solution designed to be easily deployed and managed. UniFi Access Point (AP) indoor models have a sleek design and can be easily mounted to a ceiling tile or wall using the included mounting hardware. UniFi AP (UAP) outdoor models have a form factor built to last outdoors.

The UniFi Enterprise WiFi System includes the UniFi Controller software. The software installs on any PC, Mac, or Linux machine within the network and is easily accessible through any standard web browser. Using the UniFi Controller software, an Enterprise WiFi network can be quickly configured and administered without any special training. Real-time status, automatic UAP device detection, map loading, and advanced security options are all seamlessly integrated.

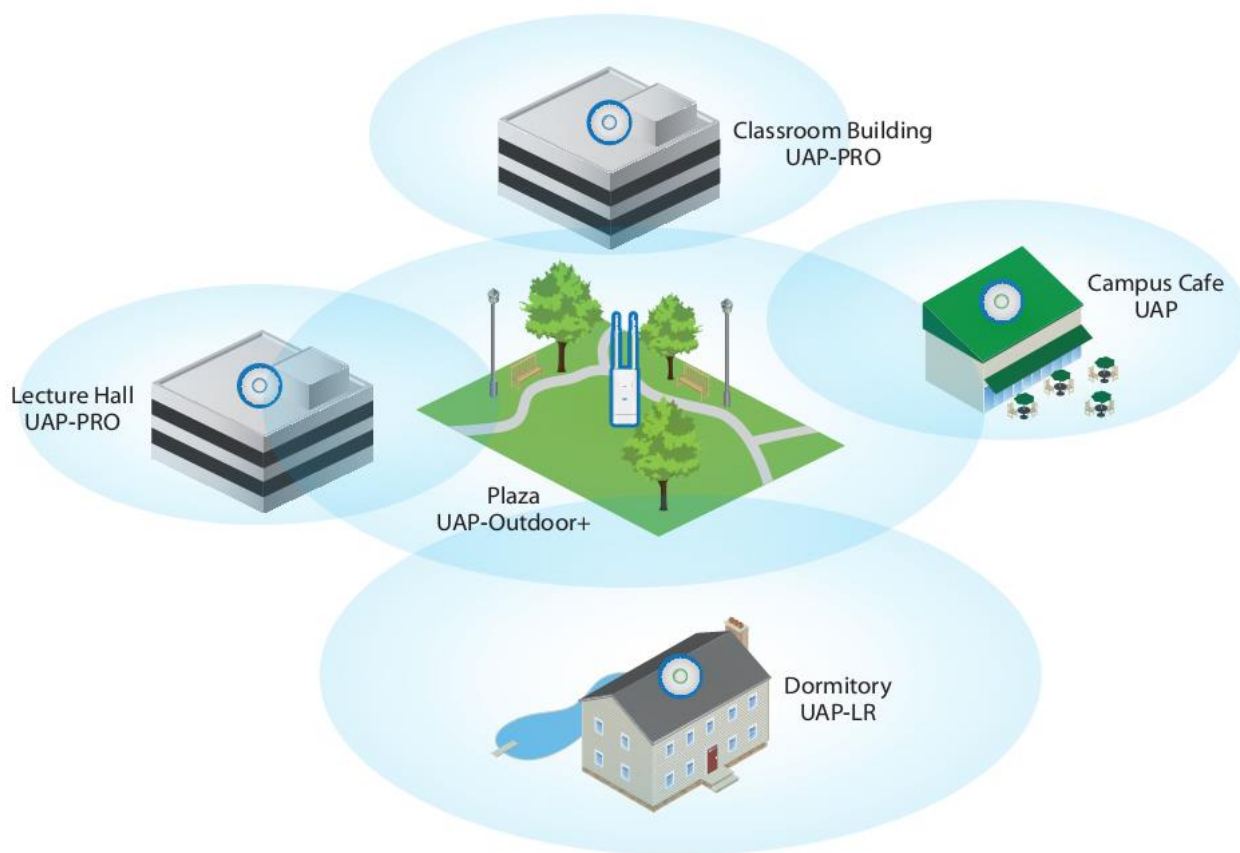
## Features

**Save money and save time** Unlike traditional enterprise WiFi systems that utilize a hardware controller, UniFi comes bundled with a non-dedicated software controller that can be deployed on an on-premise PC, Mac, or Linux machine; in a private cloud; or using a public cloud service.

**Powerful Hardware** The fastest UniFi Access Points feature the latest in WiFi 802.11ac MIMO technology, capable of gigabit speeds and ranges up to 400 ft. Other models feature WiFi 802.11n MIMO technology for superior performance in the 2.4 and/or 5 GHz bands.

**Intuitive UniFi Controller Software** Install, configure, and manage all of your UniFi APs with the intuitive and easy-to-learn UniFi Controller user interface.

**Expandable** Unlimited scalability. Build wireless networks as big or small as needed. Start with one (or upgrade to a three-pack) and expand to thousands while maintaining a single unified management system.



*Example of Zero Handoff Roaming on a University Campus*

With Zero Handoff Roaming\* by Ubiquiti Networks™, students keep their devices seamlessly connected as they move from the classroom through the plaza, to a cafe and then home to the dormitory.

\* Currently available in the beta version of the UniFi Controller v3.

# UniFi Controller

## Packed with Features

Use the UniFi Controller to provision thousands of UniFi APs, map out networks, quickly manage system traffic, and provision additional UniFi APs.

## Detailed Analytics

Use the configurable reporting and analytics to manage large user populations and expedite troubleshooting.

## Wireless Uplink<sup>†</sup>

Wireless Uplink functionality enables wireless connectivity between APs for extended range. One wired UniFi AP uplink supports up to four wireless downlinks on a single operating band, allowing wireless adoption of devices in their default state and real-time changes to network topology.

## Guest Portal/Hotspot Support

Easy customization and options for Guest Portals include authentication, Hotspot setup, and the ability to use your own external portal server. Use UniFi's rate limiting for your Guest Portal/Hotspot package offerings. Apply different bandwidth rates (download/upload), limit total data usage, and limit duration of use.

All UniFi APs include Hotspot functionality:

- Built-in support for billing integration using major credit cards.
- Built-in support for voucher-based authentication.
- Built-in Hotspot Manager for voucher creation, guest management, and payment refund.
- Full customization and branding of Hotspot portal pages.

## Multi-Site Management\*

A single UniFi Controller running in the cloud can manage multiple sites: multiple, distributed deployments and multi-tenancy for managed service providers. Each site is logically separated and has its own configuration, maps, statistics, guest portal, and administrator read/write and read-only accounts.

## WLAN Groups\*

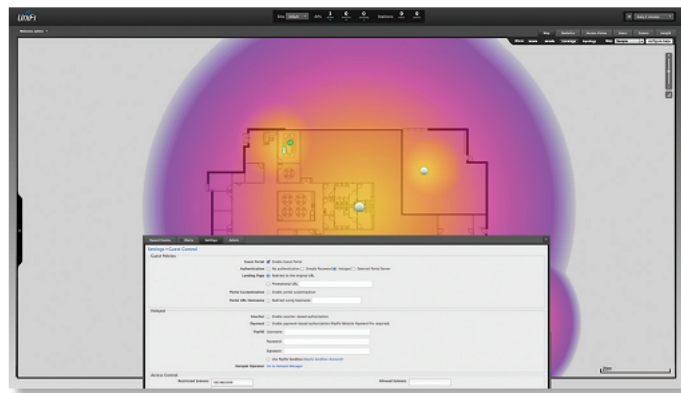
The UniFi Controller can manage flexible configurations of large deployments. Create multiple WLAN groups and assign them to an AP's radio.

## Zero Handoff Roaming<sup>†\*</sup>

With Ubiquiti's Zero Handoff Roaming, mobile users can roam anywhere and seamlessly maintain their connections as they switch to the nearest AP. Zero Handoff Roaming makes multiple APs appear as a single AP, so it can work with any client and requires no interaction from the client device.

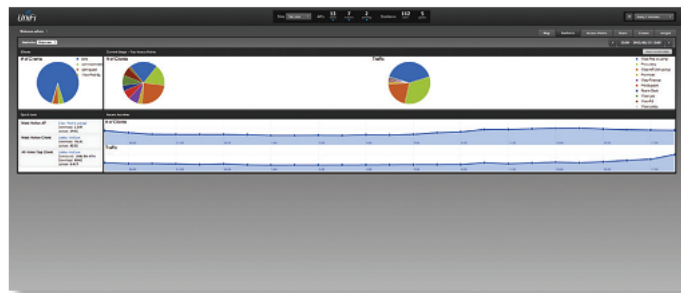
\* Currently available in the beta version of the UniFi Controller v3.

† Not currently supported by the UAP-AC or UAP-AC Outdoor.



## Maps

Upload map images of your location(s) for a visual representation of each wireless network.



## Statistics

UniFi organizes and visualizes network traffic in clear and easy-to-read graphs.

Source	Destination	Protocol	Bandwidth
192.168.1.1	192.168.1.2	TCP	1000
192.168.1.1	192.168.1.3	TCP	2000
192.168.1.1	192.168.1.4	TCP	3000
192.168.1.1	192.168.1.5	TCP	4000
192.168.1.1	192.168.1.6	TCP	5000
192.168.1.1	192.168.1.7	TCP	6000
192.168.1.1	192.168.1.8	TCP	7000
192.168.1.1	192.168.1.9	TCP	8000
192.168.1.1	192.168.1.10	TCP	9000
192.168.1.1	192.168.1.11	TCP	10000
192.168.1.1	192.168.1.12	TCP	11000
192.168.1.1	192.168.1.13	TCP	12000
192.168.1.1	192.168.1.14	TCP	13000
192.168.1.1	192.168.1.15	TCP	14000
192.168.1.1	192.168.1.16	TCP	15000
192.168.1.1	192.168.1.17	TCP	16000
192.168.1.1	192.168.1.18	TCP	17000
192.168.1.1	192.168.1.19	TCP	18000
192.168.1.1	192.168.1.20	TCP	19000
192.168.1.1	192.168.1.21	TCP	20000
192.168.1.1	192.168.1.22	TCP	21000
192.168.1.1	192.168.1.23	TCP	22000
192.168.1.1	192.168.1.24	TCP	23000
192.168.1.1	192.168.1.25	TCP	24000
192.168.1.1	192.168.1.26	TCP	25000
192.168.1.1	192.168.1.27	TCP	26000
192.168.1.1	192.168.1.28	TCP	27000
192.168.1.1	192.168.1.29	TCP	28000
192.168.1.1	192.168.1.30	TCP	29000
192.168.1.1	192.168.1.31	TCP	30000

## Access Points (APs)

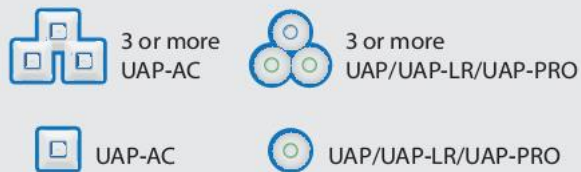
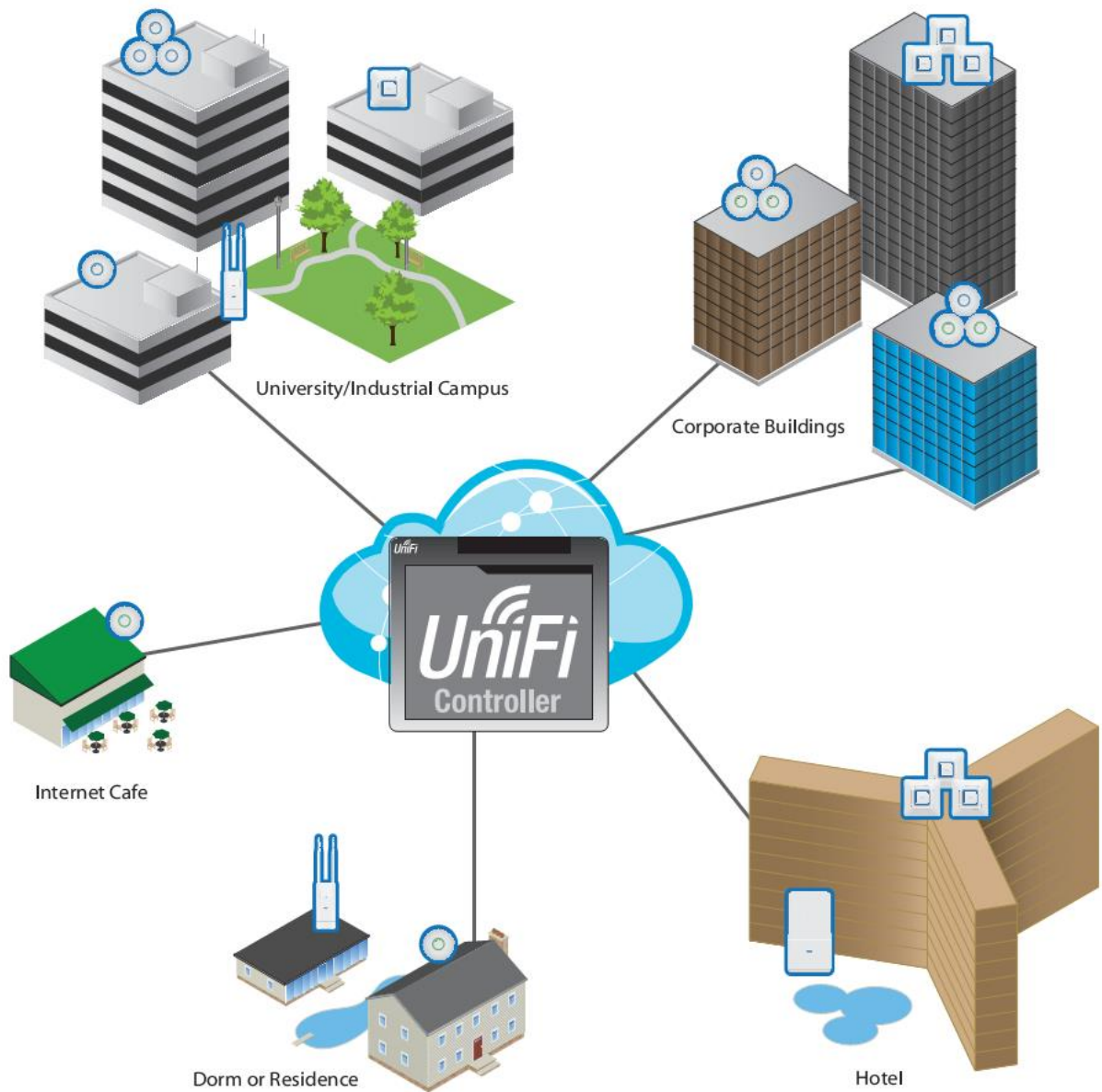
Install, configure, and manage all APs from a single location.



# Extend Your Coverage

With the UniFi Controller software running in a NOC or in the cloud, administrators can extend and centrally manage wide areas of indoor and outdoor coverage using any combination of UniFi APs.

Below are some examples of how UniFi APs can be deployed.



# Increase Capacity and Throughput

## Innovative Multi-Lane RF Technology

Wireless client devices in high-density areas experience significant interference and noise stemming from multiple APs using the same operating band.

With the launch of the UniFi AP-Outdoor+, Ubiquiti Networks introduces our patented Multi-Lane™ RF technology, which optimizes the operating channel and rejects interference using specialized circuitry, the High-Selectivity Receiver (HSR).

Our innovative Multi-Lane RF technology isolates signals on the operating channel and removes adjacent channel interference. Wireless capacity and throughput are increased in high-density areas, and multiple APs can operate in close proximity.

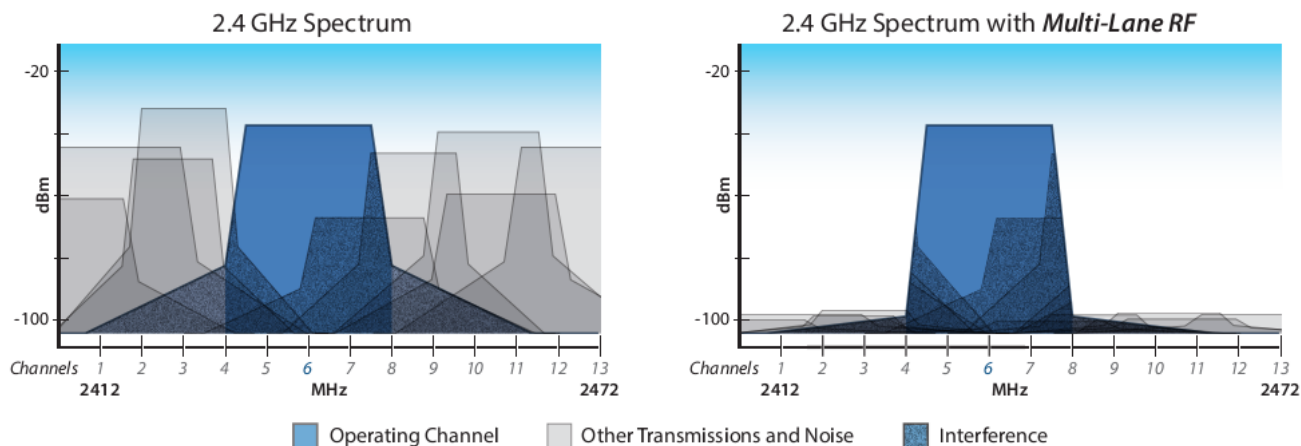
## Typical AP Performance

Although theoretically channels 1, 6, and 11 of the 2.4 GHz operating band shouldn't overlap, in practice there is cross-channel interference that affects performance, especially in noisy, high-density environments. For example, with a typical AP operating on channel 6, it also hears RF from channels 1 and 11, because the typical AP has a generic filter that only filters out any non-2.4 GHz interference – all 2.4 GHz frequencies are still allowed in.

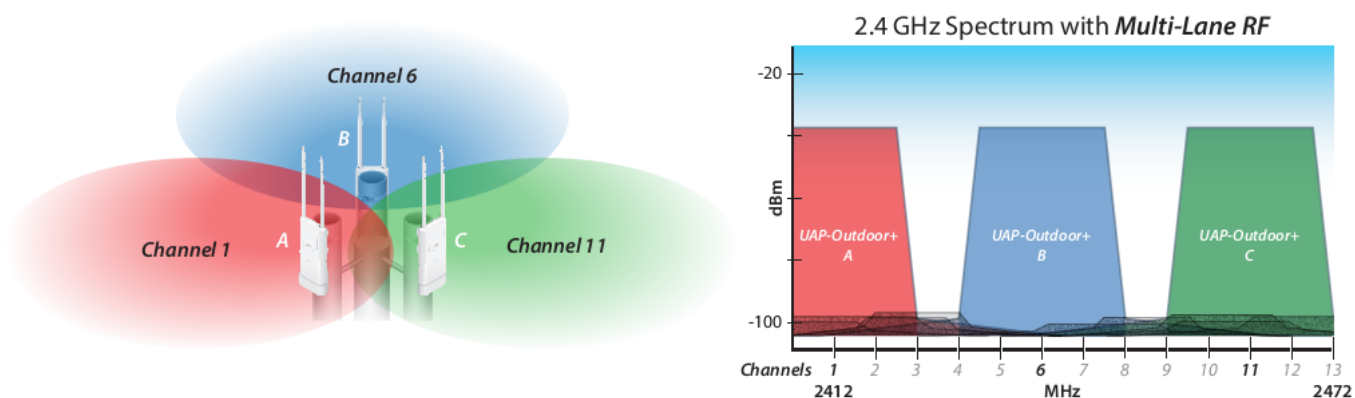
## Superior UniFi AP-Outdoor+ Performance

When the UniFi AP-Outdoor+ operates on channel 6, its HSR filter specifically eliminates all non-channel 6 frequencies, creating a clean spectrum with minimal noise. So with Multi-Lane RF technology, you truly have three high-speed, multi-lane channels (1, 6, and 11) available for superior capacity and throughput.

Generic Filter versus Proprietary Filter of UniFi AP-Outdoor+



Co-Located UniFi AP-Outdoor+ Access Points



# Outdoor Models

All the same features packed in the indoor UniFi models, but in a form factor built to last outdoors.

## Features

**Easy Mounting** Sleek wall or pole mount design (all accessories included).

**Designed for the Great Outdoors** The weather-resistant case is designed specifically for outdoor installations. Dual, omni-directional antennas on the UAP-Outdoor+ and UAP-Outdoor5 provide 360° wireless coverage.

**2G or 5G Models** Choose the frequency best suited to your environment – 2.4 GHz (UAP-Outdoor+) or 5 GHz (UAP-Outdoor5). The UAP-AC Outdoor is a simultaneous dual-band device, so it supports both 2.4 and 5 GHz.




**Power over Ethernet (PoE)** Includes Power over Ethernet (PoE) functionality. Each UniFi model includes a Power over Ethernet adapter, and it can also be powered by the Ubiquiti TOUGHSwitch PoE (sold separately).

The UniFi AP-Outdoor+ is compatible with an 802.3af compliant switch, while the UniFi AP-AC Outdoor is compatible with an 802.3at compliant switch.

**Installation Options** External antennas are included. You can also connect the UAP-Outdoor+ or UAP-Outdoor5 to a dual-polarity antenna – an airMAX™ Sector or Omni Antenna – to increase gain.



## Outdoor Model Comparison Chart

			
	UniFi AP-AC Outdoor (UAP-AC Outdoor)	UniFi AP-Outdoor+ (UAP-Outdoor+)	UniFi AP-Outdoor 5G (UAP-Outdoor5)
2.4 GHz Speed*	450 Mbps	300 Mbps	
5 GHz Speed*	1300 Mbps		300 Mbps
Range*	183 m (600 ft)	183 m (600 ft)	183 m (600 ft)
Multi-Lane RF		✓	
Secondary Ethernet Port	✓	✓	✓
Gigabit Ethernet	✓		
Wi-Fi Standards	802.11 a/b/g/n/ac	802.11 b/g/n	802.11 a/n
2.4 GHz	✓	✓	
5 GHz	✓		✓
Simultaneous Dual-Band	✓		
Ubiquiti PoE	✓	✓	✓
802.3af or 802.3at Compliant	802.3at (PoE+)	802.3af (PoE)	
External Antennas		✓	✓

\* Speed and Range values may vary and are based on optimal environments.

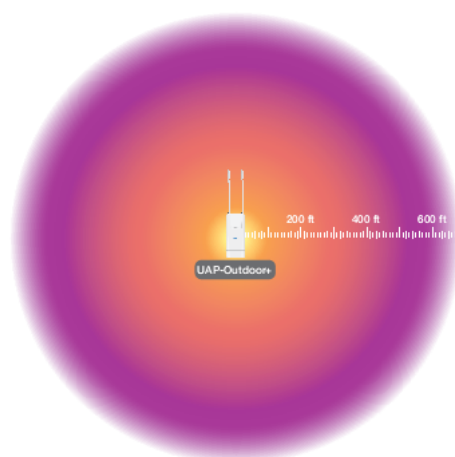
# Specifications (UAP-Outdoor+)

UniFi AP-Outdoor+	
Dimensions	205 x 83 x 37 mm (8.07 x 3.27 x 1.46 in)
Weight	250 g (8.82 oz) without Antennas 294 g (10.37 oz) with Antennas
Networking Interface	(2) 10/100 Ethernet Ports
Buttons	Reset
Antennas	(2) External 5 dBi Omni Antennas Included 191 mm (Length), 13 mm (Diameter)
Wi-Fi Standards	802.11 b/g/n*
Power Method	Passive Power over Ethernet (48V), 802.3af Supported
Power Supply	48V, 0.5A PoE Adapter (Included)
Maximum Power Consumption	8 W
Maximum TX Power	28 dBm
BSSID	Up to Four Per Radio
Power Save	Supported
Wireless Security	WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11 i
Certifications	CE, FCC, IC
Mounting	Wall/Ceiling (Kits Included)
Operating Temperature	-30 to 65° C (-22 to 149° F)
Operating Humidity	5 - 95% Non-Condensing

Advanced Traffic Management	
VLAN	802.1Q
Advanced QoS	Per-User Rate Limiting
Guest Traffic Isolation	Supported
WMM	Voice, Video, Best Effort, and Background
Concurrent Clients	100+

Supported Data Rates (Mbps)	
Standard	Data Rates
802.11n	6.5 Mbps to 300 Mbps (MCS0 - MCS15, HT 20/40)
802.11b	1, 2, 5.5, 11 Mbps
802.11g	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps

\* 2.4 GHz



## **ANEXO 5**

### **Cotizaciones**





## Oferta Económica

OFE-11753-L8J5F8

ISAAC GARCIA  
Consultor

Alcaldía Municipal de Tipitapa

Rest. Silva 1 al Este 1c. al Norte Calle los Terma

Gracias por permitirnos presentarle nuestra oferta de servicio. Alfa+ es una Empresa de Telecomunicaciones con soluciones integrales. Por la calidad de nuestros servicios utilizando la tecnología más avanzada, hemos ganado una sólida reputación y prestigio en todo el territorio nacional. Somos tu decisión correcta.

Producto/Servicio	Cant.	Costo	Desc.	Sub Total
Internet - 2.0 Mbps • Empresas • Microondas • Escuela de Acicaya, Las Maderas, 5km al este llegar a una parada Chirimoyo a 12kms hacia el sur. • Managua • Este enlace se instalara en la Escuela Acicaya	1	\$ 311.00	\$ 111.00	\$ 200.00
<b>Total recurrente Mensual por Servicio</b>				<b>\$200.00</b>

Instalación y configuración (PAGO UNICO)	Costo
	\$ 200.00

Términos y condiciones generales	
Términos:	1 año.
Forma de pago:	100% cancelación de factura
Validez de la oferta:	7 días
Tiempo de entrega:	Según programación

<b>Sub Total</b>	\$ 400.00
<b>IVA (15%)</b>	\$ 60.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 460.00</b>

### Nuestra oferta incluye

01# IP Público, Router Wi Fi, Solución llave en mano, Soporte técnico 7/24, Atención personalizada, Mantenimiento de equipos, Actualización de tecnología, Conexión al peering local, Monitoreo automatico las 24hrs.

Mirna Obando Morras  
Gerente de Clientes  
mirna.obando@alfa.com.ni  
Tel: 22555780  
Cel: 8884-6291

Aprobado por el cliente



## INTERNET Y DATOS



### COTIZACIÓN

001-120512-1  
28-Ago-13

Atención: Isaac García  
Empresa: PROYECTO TIC  
Dirección: KM 57 TIPITAPA  
Teléfono:  
E-mail:



### INTERNET VÍA MICROONDAS

ATENDIENDO A SU SOLICITUD, TENEMOS EL AGRADO DE PRESENTARLE LA SIGUIENTE OFERTA:

Cantidad	Descripcion	Velocidad	Tarifa Mensual	Instalación
1	<div>Servicio Internet PYME</div> Servicio de Internet de Banda Ancha.  Valores agregados: Incluye IP público Navegación y descargas sin límites Acceso a herramienta de monitoreo del servicio Cuentas de correo Dominio propio .com Alojamiento Análisis de tráfico sitio web Conectividad al Peering Nacional Ilimitado	1 Mbps	\$149.00	
	<div>Servicio Internet PYME</div> Instalación de infraestructura de mastil de 40 pies sobre techo.		\$630.00	\$630.00
	Total			\$779.00
				\$116.85
				\$895.85

Precios cotizados en dólares americanos.

#### Condiciones de la Oferta:

**Pago inicial:** Instalación más primer mes de servicio.

**Forma de pago:** Adelantado. El pago del servicio de Internet es mensual y debe realizarse en los primeros 10 días de cada mes. Si paga en córdobas debe ser al tipo de cambio paralelo del BAC.

**Tiempo de entrega:** 2 semanas a partir de haber firmado contrato, pagado el costo de instalación y la primer mensualidad.

**Medio de entrega:** Enlace Microondas con interfaz Ethernet

**Validez de la oferta:** 15 días

**Nota:** El costo estimado de la instalación es un estimado y dependerá de una visita que se realice en el sitio.

**ESTA OFERTA INCLUYE SOPORTE TÉCNICO 7/24/365. MONITOREO AUTOMÁTICO LAS 24 HORAS Y ATENCIÓN PERSONALIZADA.**

Asesor de Ventas

Aceptado por el cliente

## OFERTA ECONÓMICA - SERVICIO DE INTERNET

Mesas de Acicaya					
Ítem	Descripción	Velocidad Datos	Medio de Acceso	Instalación	Mensualidad
1	Internet Corporativo 1:1	2 Mbps	Inalámbrico	\$ 1,300.00	\$ 340.00
2	Construcción e instalación de 80 ft desde el suelo				

- Esta oferta es válida por 30 Días,
- Tarifas no incluyen IVA.
- Los Precios ahora ofertados son en Dólares Americanos, pagadero a la tasa de cambio actual de la Empresa al momento de realizar el pago.
- \* Duración contrato 24 Meses
- \* Oferta sujeta a cambio por falta de factibilidad técnica
- Servicio con asignación de IP Publicas.
- Asignación de Dirección IP Publicas Estáticas Utilizables
- Soporte 7x24x365
- Servicio Dedicado, Simétrico y reuso internacional 1:1
- Tiempo de Instalación del Servicio 2 semanas una vez ingresada la solicitud en Sistema
- La torre pasa a ser propiedad del Cliente y el cargo presentado es un estimado en caso de requerir mayor altura este cobro se incrementará



**Mega Connection**  
**Solucion a su Alcance**

Servicios de Instalación y Configuración de Redes LAN, Cableado Estructurado, Soluciones Inalámbricas WI-FI, Enlaces de Microondas Punto a Punto y Multi Punto, Fibra Óptica en Corta, Media y Larga Distancia.

Dirección: Villa Reconciliación Sur, Semáforos del Mayoreo  
6c al Oeste, 3c al Sur, 20vrs abajo M/D

Ciudad: Managua Nicaragua  
Teléfono 22-630061 Cel: 84136684

**PROFORMA N° 001612**  
**lunes, 19 de agosto de 2013**

**Numero RUC: 247240676-0002B**

**Cotizar a:** PROYECTO ACICAYA  
**Dirección:** Comunidad de Acicaya  
**Ciudad:** Las Maderas, Managua  
**Teléfono:**  
**Atención:** Ing. Isaac García

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Costo Unit	Costo Total
Radio Ubiquiti Rocket M5 AirMax 5GHz	2	300.00	600.00
Antena Parabólica Dish 30dbi	2	200.00	400.00
Construcción e instalación de una torre de 100 pies, (10 tramos de 10"x10") construido con tubo galvanizado de 1" pulgada en los vértices y tubo galvanizado de ½" en los transversales. Incluye; materiales de instalación (alambre galvanizado #12 entorchado de 4 hilos, pernos de ¾"x2½" y tensores de ¾"x16"	1	1,400.00	1,400.00
Instalación y configuración	1	300.00	300.00
Transporte	1	200.00	200.00
<b>Precio mas IVA</b>	<b>Total US\$</b>		<b>\$2,900.00</b>

**CONDICIONES PARTICULARES:**

**I) GARANTÍA DE LA INSTALACION:** Un año de garantía

**II) PLAZO DE ENTREGA:** Se fija un plazo de ejecución de la obra de ocho (8) días.

**II) FORMA DE PAGO:** 50 % al inicio de la obra y el 50% al finalizar o entrega del trabajo

**IV) Emitir cheque a nombre de Juan Alberto Chavarria Chavarria**





Fecha 05/05/2014

No.: 00903844

Moneda Dólares  
Cliente ALCALDIA DE TIPITAPA

Direccion

Atencion A: ISAAC GARCIA 8482-5961

Tiempo de Entrega INMEDIATO

Punto de Entrega

Vendedor LIGIA CACERES

Validez Oferta

Forma de pago : CREDITO 30 Dias

Fecha y Hora de Impresion		05/05/2014 06:17:04 p.m.		Paginas		
Codigo	No.Parte	Descripcion	Cantidad	Precio	Importe	
3005002121-UNIDAD	2CTHOIMH60 13	PULSAR 60 ACERO INOX. 3M	1.00	2,175.6000	2,175.60	
3005002401-UNIDAD	2CTH070002R 0000	MASTIL ACERO INOX 2.3MTS	1.00	88.1100	88.11	
3005002118-UNIDAD	2CTH050034R 0000	BASE ROSCADA PARA MASTILES DIA 35	1.00	209.6800	209.68	
3005002130-UNIDAD	2CTHCCRE27 00	CONO DE DESVIACION DE AGUA	1.00	60.9100	60.91	
3005002301-METRO	2CTHCCPC27 12	LAMINA O CINTA DE COBRE ESTAÑADO 30	40.00	17.3200	692.80	
3005002109-UNIDAD	2CTHOBRC27 80	PASADOR ESTANDAR COBRE	1.00	20.0700	20.07	
3005002133-UNIDAD	2CTHCHPB27 72	SOPORTE CONDUCTOR	15.00	5.6500	84.75	
3005002114-UNIDAD	2CTHOHCB42 40	CLIP DE IMPERMEABILIZACION REVESTIM	6.00	4.0000	24.00	
3005002116-UNIDAD	2CTHOHCM27 04	GRAPA P/MAMPOSTERIA ESTANDARD 30MM	3.00	1.4700	4.41	
3005002115-UNIDAD	2CTHOHCC26 96	CLAVIJA DE PLOMO P/MAMPOSTERIA 30MM	3.00	.2800	.84	
3005002201-UNIDAD	2CTHOHBI270 3	CLIPS DE ACERO INOX.30X2	20.00	1.6100	32.20	
3005002119-UNIDAD	2CTHOHRP27 05	REMACHES POP IMPERMEABLES 4 ALUM.	1.00	.7700	.77	
3005002106-UNIDAD	2CTHOTPH27 05	TUBO DE PROTECCION P/LAMINA 30X2M	1.00	37.8400	37.84	
3005002101-UNIDAD	2CTHOCCF20 04	CONTADOR DE DESCARGAS	1.00	398.6900	398.69	
3005002124-UNIDAD	2CTHORVH30 74	CAJA DE INSPECCION PVC 30X30CM	1.00	227.6700	227.67	
3005002123-UNIDAD	2CTHORPO28 40	CONECTOR PATA DE GANSO	1.00	69.8100	69.81	
3005002108-UNIDAD	2CTHOBMA00 19	TAPON MANUAL 19MM	1.00	22.8500	22.85	
3005002135-UNIDAD	2CTHCPCA19 10	JABALINAS COBRE - ACERO 19MMX1M	3.00	26.9200	80.76	
3005002112-UNIDAD	2CTHOCRH40 20	GUARDACABO DE CONEXION 15A20MM Y LA	3.00	24.3300	72.99	

LIGIA CASERES

Autorizado

Sub Total U\$ 4,304.75  
IVA U\$ 645.71

Total U\$ 4,950.46

Exentos de Retencion de IR y Alcaldia.

**Cliente:** ALCALDIA MUNICIPAL DE TIPITAPA

**Atención:**
**Teléfono:**
**Email:**
**Fecha:** 14/10/2013

**Asesor Venta:** Alma Báez

**Teléfono:** 2264-8800

**Ext.:** 7773

**Celular:** 8590-4111

**E-Mail:** abaez@comtech.com.ni

#	Código	Descripción	Cant	Precio	Total
1	04701-480	MINI NOTEBOOK HP 110-4300LA ATOM N2600/2GB/320GB/10.1"/B8T36LA/ABM	3	US 309.00	US 927.00
2		Sistema operativo: Linux Procesador Intel® Atom™ N2600 (1.6 GHz, 1 MB de caché de nivel 2) Memoria Memoria DDR3 de 2 GB Almacenamiento Unidad interna SATA de 320 GB (5400 rpm) Pantalla y gráficos Monitor: LED WSVGA antirreflejo con retroiluminación de 25,6 cm (10,1") (1024 x 600) Gráficos: Intel graphics Media Accelerator 3600 Características de expansión Puertos: 1 VGA 3 USB 2.0 1 RJ45 1 salida para audífono 1 entrada para micrófono			
3	04701-512	NOTEBOOK DELL INSPIRON 14 N3421 CEL-1017U/2GB/320GB/DVDRW/14"/H4VCELS232BZ	3	US 349.00	US 1,047.00
4		PROCESADOR CELERON 1017U MEMORIA RAM 2GB 1600MHz DDR3 DISCO DURO: 320GB 5400 RPM SATA OPTICAL: 8X DVD+-RW DRIVE WEBCAM: 1.0MP HD CAMARA CON MICROFONO OS: UBUNTU 12.04 WIRELES DW1704 802.11B/G/N/ BT4.0 ETHERNET: 10/100 MBPS ETHERNET LAN BATERIA: 4 CELL			
5	06001-062	PROYECTOR BENQ MS517 - SVGA - 2800 ANSI LUMENS - NEGRO - 91136L77.33L	1	US 515.00	US 515.00
6	04501-182	PC DELL VOSTRO 2605 G620-2.60GHz/2GB/320GB/DVD+RW/W7P/DEXV26G62S25P	3	US 399.50	US 1,198.50
7		Procesador Intel Pentium Dual Core G620 (2.60GHz) Memoria*: 2GB* SDRAM DDR3 1333MHz Gráficos de video*: Integrados Disco duro*: 320GB* NQC SATA 7200RPM con DataBurst Unidad multimedia: 16x DVD+-RW Sistema operativo: Windows 7 Professional o UBUNTU Linux 10.10 Conexión en red: Ethernet integrado 10/100/1000 Potencia*: 250W Puertos de entrada/salida: Video: 1 VGA, 1 HDMI USB: 8 (2 frontales, 6 posteriores) más 2 internos Audio: 3 posteriores (entrada y salida de línea y entrada de micrófono) y 2 frontales (micrófono y audífonos) Serial: 1 RJ-45; 1 Garantía: 1 año de Garantía de Hardware Limitada			
8	02201-142	MONITOR BENQ 19" - LED - BLACK - G910WAL	3	US 89.00	US 267.00

**Cliente:** ALCALDIA MUNICIPAL DE TIPTAPA

**Atención:**
**Teléfono:**
**Email:**
**Fecha:** 14/10/2013

**Asesor Venta:** Alma Báez

**Teléfono:** 2264-8800

**Ext:** 7773

**Celular:** 8590-4111

**E-Mail:** abaez@comtech.com.ni

#	Código	Descripción	Cant	Precio	Total
9	03101-261	METRO DE CABLE UTP VERTICAL CATSE - COLOR AZUL / 054-445BL	70	US 0.31	US 21.70
10	03101-184	CONECTOR RJ-45 - MODULAR PLUG MICRON 8P8C / RJ45/UL150-8	5	US 0.20	US 1.00
11	06301-156	TARJETA DE RED NEXXT - WIRELESS 300 - PCI -APLDT300U1 /NW230NXT44	3	US 16.66	US 49.98
12	07001-002	MUEBLE PARA COMPUTADORA - MODELO AM100GEN08	3	US 18.90	US 56.70
13	06301-021	TARJETA LINKSYS - WIRELESS-N - PCI - DUAL-BAND - WMP600N	3	US 46.00	US 138.00
14	05701-092	ACCESS POINT LINKSYS - WAP610N - WIRELESS - DUAL-BAND - EXTERNO	1	US 130.00	US 130.00
15	02601-275	IMPRESORA MULTIFUNCIONAL EPSON EXPRESSION XP-211 - AJO 110X/ C11CC90201	1	US 65.50	US 65.50

**Subtotal** US 4,417.38

**Impuesto** US 662.61

**Total** US 5,079.99

T/Cambio	25.3500
Condiciones	CONTADO
T/Entrega	INMEDIATA
Oferta Valida	8 DIAS
Garantia	1 AÑO EN LAS PORTATILES, LA PC Y LA IMPRESORA
Comentarios:	

COMTECH recomienda instalar licencia originales en sus Equipos.

Es valida solamente con el sello de la empresa



**Firma- Asesor de Venta**





## Cotización

SUCURSAL ALTAMIRA  
calle principal altamira de la ferreteria  
Roberto Morales 100mts al Sur  
PBX : 2252-4204 EXT 211  
TEL : 2278-7282  
RUC: J031 0000 156360

Nombre : ALCALDIA MUNICIPAL DE TIPITAPA  
Atención : ISAAC GARCIA/CARLOS MARTINEZ  
Email: [isac\\_gm97@yahoo.com](mailto:isac_gm97@yahoo.com)  
Telefono: 8482-5961

Fecha : 14-oct-13  
Vendedor: Wendy Espinoza  
Celular: 8990-7877  
[wespinoza@sevasaonline.com](mailto:wespinoza@sevasaonline.com)

Cant.	Descripcion	P. Unit	P.Total
3	MINI ACER ASPIRE V5-131-2636 Procesador INTEL CELERON 1007U 4ta.Gen. DE 1.50 GHZ DISCO DURO DE 500 GB MEMOR. RAM DE 2GB DDR3 RED INALAMBRICA CAMARA WEB LECTOR DE TARJETA TRES PUESTOS USB UN PUERTO HDMI BATERIA LI-ION 6 CELDAS PANTALLA DE 11.6 PULGADAS	\$299,00	\$897,00
1	ACCESS POINT NETXX AELPLDR4U1	\$53,50	\$53,50
70	MTRS CABLE UTP CAT 5E	\$0,30	\$21,00
10	CONECTORES RJ-45 CAT 5 E	\$0,16	\$1,60
3	MESA AM100GEN07 FORMA Z COLOR MADERA CLARO	\$21,95	\$65,85
Sub Total			\$1.038,95
IVA 15%			\$155,84
Total U\$			\$1.194,79
Total C\$			C\$ 30.287,99



### Forma de Pago

- ☒ Contado  
☐ NO ACEPTAMOS CK Personales  
 CK BAC, BANCENTRO, BANPRO A NOMBRE DE SEVASA  
 CK CITY, BDF A NOMBRE DE EDWIN ESPINOZA ZUNIGA  
 SI APLICA RETENCION A NOMBRE DE SEVASA  
 RETENCION ES DE 2 % IR.EXENTOS IMI  
 # de RUC: J031 0000 156360

Wendy Espinoza

Ejecutivo de Ventas

[wespinoza@sevasaonline.com](mailto:wespinoza@sevasaonline.com)

Tiempo de Garantia: 1 AÑO  
Tiempo de Entrega: INMEDIATA

NOTA: EXISTENCIAS Y PRECIOS SUJETOS A CAMBIO

OFERTA VALIDA POR 5 DIAS

Tipo de cambio: 25,35





SUCURSAL ALTAMIRA  
calle principal altamira de la ferreteria  
Roberto Morales 100mts al Sur  
PBX : 2252-4204 EXT 211  
TEL : 2278-7282  
RUC: J031 0000 156360

## Cotización

Nombre : ALCALDIA MUNICIPAL DE TIPITAPA  
Atención : ISAAC GARCIA/CARLOS MARTINEZ  
Email: [isaac\\_gm97@yahoo.com](mailto:isaac_gm97@yahoo.com)  
Telefono: 8482-5961

Fecha : 14-oct-13  
Vendedor: Wendy Espinoza  
Celular: 8990-7877  
[wespinoza@sevasonline.com](mailto:wespinoza@sevasonline.com)

Cant.	Descripcion	P. Unit	P.Total
3	CPU CLON (1 AÑO DE GARANTIA) CASE NEGRO ATX CON FUENTE DE 500W procesador INTEL CELERON G465 1,9 GHZ Memoria Ram de 2 GB DDR3 1333 GHz Disco duro 320 GB SATA TARJETA MADRE MSI H61M-P31 (EXP HASTA 16 GB) TARJETA DE RED PCI-E N-150 WIRELESS NEXXT Lector de tarjetas MOUSE Y TECLADO PARLANTES Y ALMOHADILLA	\$207,00	\$621,00
3	MONITOR LED AOC 15,6 PULG (3 AÑOS DE GARANTIA)	\$78,95	\$236,85
3	UPS 500 VA NT-501 FORZA	\$30,00	\$90,00
1	IMPRESORA CANON MP230	\$53,95	\$53,95
1	SWITCH DE 8 PUERTOS NEXXT ASIDT084U1	\$10,95	\$10,95
1	PARLANTES KES-370 MULTIMEDIA KLIP	\$55,00	\$55,00
Sub Total			\$1.067,75
IVA 15%			\$160,16
Total US			\$1.227,91
Total C\$		C\$	31.127,58

### Forma de Pago

- ☒ Contado  
☐ NO ACEPTAMOS CK Personales  
CK BAC, BANCENTRO, BANPRO A NOMBRE DE SEVASA  
CK CITY, BDF A NOMBRE DE EDWIN ESPINOZA ZUNIGA  
SI APLICA RETENCION A NOMBRE DE SEVASA  
RETENCION ES DE 2 % IR. EXENTOS IMI  
# de RUC: J031 0000 156360

Wendy Espinoza  
Ejecutivo de Ventas  
[wespinoza@sevasonline.com](mailto:wespinoza@sevasonline.com)

Tiempo de Garantia: 1 AÑO  
Tiempo de Entrega: INMEDIATA OFERTA VALIDA POR 6 DIAS

NOTA: EXISTENCIAS Y PRECIOS SUJETOS A CAMBIO

Tipo de cambio: 25,35



# DATASYSTEM

Managua 14 de Octubre del 2013

Atención: ALCALDIA MUNICIPAL DE TIPITAPA

TELEFAX:

CORREO:

VENTA: FRANCIS SANCHEZ

Cant	Descripción del Equipo	Valor Unitario	Total US\$
01	<b>CASE ATX MINITORRE BLACK</b> <b>Procesador Intel CELERON 2.6GHZ SOCKET 1155</b> <b>Tarjeta Madre ASROCK H61M SOCKET 1155/ACTUAL</b> <b>Memoria RAM: 2GB DDR3 2X4</b> 2 x DDR3 DIMM slots - Supports DDR3 1600/1333/1066 non-ECC, un-buffered memory - Max. capacity of system memory: 16GB <b>Disco Duro: 500SATA 7200 RPM</b> <b>Dispositivo Óptico: Quemador de DVD+/-RW 20X</b> <b>Intel® Graphics Media Accelerator X4500</b> - Pixel Shader 4.0, DirectX 10 - Max. shared memory 1759MB <b>AUDIO:</b> <b>5.1 CH HD Audio (IA® VT1705 Audio Codec)</b> PCI-E x1 Gigabit LAN 10/100/1000 Mb/s <b>CONECTIVIDAD:</b> 1 x PCI Express 3.0 x16 slot (blue @ x16 mode) - 1 x PCI Express 2.0 x1 slot <b>PUERTO:</b> - - 1 x VGA Port - 4 x Ready-to-Use USB 2.0 Ports - 1 x RJ-45 LAN Port with LED (ACT/LINK LED and SPEED LED) - HD Audio Jack: Line in / Front Speaker / Microphone <b>MONITOR 18.5</b>	330.00	990.00
03		399.00	1,197.00



DONDE FUE LA VICKY. PBX: (505) 2270.60.39

Web: [www.datasystemsa.com](http://www.datasystemsa.com) Email: [ventas@datasystemsa.com](mailto:ventas@datasystemsa.com)



# DATASYSTEM

	DELL INSPIRON 15 - 3520		
	GARANTIA 1 AÑO		
	Procesador: Intel Celeron B820 1.7GHZ		
	Memoria RAM: Memoria Ram 2 GB		
	Disco duro: Disco Duro 320 GB		
	Sistema operativo: Windows 8		
	Monitor: Pantalla de 15 pulgadas		
	Camara: Cámara web		
	Lector de tarjetas: Lector de tarjetas 3 en 1		
	Otros: Bluetooth		
03	MUEBLE DE TORRE *NEGRA*BEIGE	28.00	84.00
01	PROYECTOR EPSON S12	600.00	600.00
03	TARJETA DE RED 10/100/1000	10.00	30.00
70	METRO DE CABLE UTP CAT 5E	0.50	35.00
10	CONECTORES RJ45-	0.18	1.80
01	IMPRESORA MULTIFUNCIONAL HP 3525	95.00	95.00
03	BATERIA FORZA DE 500VA	33.00	99.00
01	SWITCH DE 8 PUERTO	12.00	12.00
01	ROUTER INALAMBRICO DIR 600	30.00	30.00
		Subtotal	3,173.80
		iva	476.07
		Total	3,649.87

## GENERALIDADES:

- Precios en dólares. Pagaderos en Córdobas al cambio Paralelo a Bancentro.
- Validez de la Oferta: 15 días a partir de la fecha de recepción.
- Forma de Pago: Contado. Efectivo y/o Cheque a nombre de DATASYSTEM, S.A

En espera de poder servirle, le saluda.

Francis Sanchez  
Cuentas corporativas

Telefax: 270-6039 ext 106 CEL: 88361798

fsanchez@datasystemsa.com Web site: www.datasystemsa.com



DONDE FUE LA VICKY. PBX: (505) 2270.60.39

Web: [www.datasystemsa.com](http://www.datasystemsa.com) Email: [ventas@datasystemsa.com](mailto:ventas@datasystemsa.com)

## **ANEXO 6**

### **Formulario ambiental**

## FORMULARIO AMBIENTAL

	<b>I</b>	<b>DATOS GENERALES</b>	(1) No. EXPEDIENTE
2	Nombre Proyecto :		
3	Solicitante : Número de cédula :		
4	Representante Legal : Número de cédula :		
5	Dirección para notificaciones: Departamento : Municipio: Comarca:		
6	Teléfono	Fax	Celular
7	e-mail		Dirección postal

2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
8	Sector económico: Agricultura <input type="checkbox"/> Pesca <input type="checkbox"/> Minería <input type="checkbox"/> Industria <input type="checkbox"/> Energía <input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Comercio <input type="checkbox"/> . Turismo <input type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Forestal <input type="checkbox"/> Servicios Sociales <input type="checkbox"/> Otras actividades <input type="checkbox"/> .....	
9	Tipo de proyecto:    Nuevo <input type="checkbox"/> Ampliación <input type="checkbox"/> Rehabilitación <input type="checkbox"/> Reconversión <input type="checkbox"/> .	
10	Etapa del proyecto:    Prefactibilidad <input type="checkbox"/> Factibilidad <input type="checkbox"/> n	
	Ubicación:	(11) Dirección exacta:
12	Departamento:	
13	Municipio:	
14	Comarca:	
15	Coordenadas planas de los vértices del área del proyecto:	
16	Área ocupada por el proyecto (Ha):	Área ocupada por las instalaciones (Ha):
17	Monto estimado de la Inversión Total del proyecto:	C\$
18	Número de empleos directos:	Vida útil del proyecto (años):

NOTA: use hojas adicionales si es necesario

<b>3</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO</b>																
19	<p>Especifique cuáles de las siguientes áreas y/o componentes ambientales se encuentran en un radio de 500 m del terreno donde se ubicará el proyecto:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AREAS PROTEGIDAS</th> <th>RIOS, MANANTIALES</th> <th>ESTEROS</th> <th>COSTA DEL LAGO</th> <th>BIENES PALEONTOLOGICOS</th> <th>BIENES HISTORICOS</th> <th>OTRAS AREAS SENSIBLES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Nombres o Sitios: _____</p>	AREAS PROTEGIDAS	RIOS, MANANTIALES	ESTEROS	COSTA DEL LAGO	BIENES PALEONTOLOGICOS	BIENES HISTORICOS	OTRAS AREAS SENSIBLES									
AREAS PROTEGIDAS	RIOS, MANANTIALES	ESTEROS	COSTA DEL LAGO	BIENES PALEONTOLOGICOS	BIENES HISTORICOS	OTRAS AREAS SENSIBLES											
20	<p>Especifique cuáles de las siguientes Actividades o Usos se desarrollan en las áreas colindantes con el proyecto en un radio de 500 m del terreno donde se ubicará el proyecto:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>RESIDENCIAL</th> <th>ASISTENCIAL</th> <th>EDUCACIONAL</th> <th>TURISTICA</th> <th>RELIGIOSO</th> <th>INDUSTRIAL</th> <th>PUBLICO</th> <th>AGRICOLA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Nombres o Sitios: _____</p>	RESIDENCIAL	ASISTENCIAL	EDUCACIONAL	TURISTICA	RELIGIOSO	INDUSTRIAL	PUBLICO	AGRICOLA								
RESIDENCIAL	ASISTENCIAL	EDUCACIONAL	TURISTICA	RELIGIOSO	INDUSTRIAL	PUBLICO	AGRICOLA										
21	<p>¿Existe algún riesgo para el proyecto originado por el entorno (geológico, climatológico, fluvial, antrópico o de otro tipo)?</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>En caso afirmativo especificar el tipo de riesgo: _____</p>																

4		POTENCIALES IMPACTOS NEGATIVOS QUE GENERA EL PROYECTO
	Etapas del proyecto	POTENCIALES IMPACTOS NEGATIVOS
22	Diseño	<div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div>
23	Construcción	<div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div>

24	<b>Operación</b>	1																												
		2																												
		3																												
		4																												
		5																												
25	<b>Abandono</b>	1																												
		2																												
		3																												
20	<b>DEMANDAS DEL PROYECTO</b>																													
<b>5.1. Recursos no renovables</b>																														
26	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Fuente de Abastecimiento</th> <th colspan="3">Consumo</th> </tr> <tr> <th>U.M</th> <th>Construcción del proyecto</th> <th>Operación del proyecto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agua Procedente de la Red</td> <td>m3/día</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua Procedente de pozos</td> <td>m3/día</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua Procedente de otras fuentes</td> <td>m3/día</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energía eléctrica procedente de red nacional</td> <td>Kw/hora</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energía eléctrica procedente fuente propia</td> <td>Kw/hora</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>En caso de que la energía sea generada por fuente propia indicar el tipo:.....</p>			Fuente de Abastecimiento	Consumo			U.M	Construcción del proyecto	Operación del proyecto	Agua Procedente de la Red	m3/día			Agua Procedente de pozos	m3/día			Agua Procedente de otras fuentes	m3/día			Energía eléctrica procedente de red nacional	Kw/hora			Energía eléctrica procedente fuente propia	Kw/hora		
Fuente de Abastecimiento	Consumo																													
	U.M	Construcción del proyecto	Operación del proyecto																											
Agua Procedente de la Red	m3/día																													
Agua Procedente de pozos	m3/día																													
Agua Procedente de otras fuentes	m3/día																													
Energía eléctrica procedente de red nacional	Kw/hora																													
Energía eléctrica procedente fuente propia	Kw/hora																													
27	<b>5.2. Sustancias Peligrosas</b>																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción de la sustancias o productos</th> <th>U.M.</th> <th>Consumo mensual durante la operación del proyecto</th> <th>Forma o lugar de almacenamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				Descripción de la sustancias o productos	U.M.	Consumo mensual durante la operación del proyecto	Forma o lugar de almacenamiento																							
Descripción de la sustancias o productos	U.M.	Consumo mensual durante la operación del proyecto	Forma o lugar de almacenamiento																											

<b>6</b>	<b>DESECHOS Y EMISIONES QUE GENERA EL PROYECTO</b>
	Describir los tipos de desechos y emisiones que generará el proyecto:



28	Tipos de desechos y emisiones del proyecto	U.M.	Volumen generado mensual	Volumen generado anual	Manejo o lugar de eliminación
	Aguas residuales domésticas (son las aguas provenientes de la actividad doméstica)				
	Aguas residuales industriales (Provenientes de torres de enfriamiento, calderas y lavados que no conlleven químicos o grasas)				
	Aguas residuales agropecuarias				
	Emisión de partículas en suspensión				
	Emisión de gases tóxicos				
	Emisión de malos olores				
	Desechos sólidos domésticos (orgánicos, biodegradables)				
	Desechos sólidos industriales (Papel, textiles, azufre, u otros)				
	Desechos sólidos comunes no combustible (vidrio, mampostería, sedimentos, metales)				
	Desechos especiales (Generado por la industria o los procesos de tratamiento, lodos, bioinfecciosos, grasas)				
	Desechos radiactivos				

NOTA: use hojas adicionales si es necesario

7	<b>DECLARACION</b>
<p>Yo, ..... confirmo que toda la información suministrada en este instrumento y los anexos que la acompañan es verdadera y correcta y someto por este medio la Solicitud de Permiso de operación de actividades económicas para el proyecto más arriba descrito.</p> <p>Todas las personas naturales y jurídicas que participen, de cualquier modo, en el proceso de solicitud de Permiso Ambiental responderán por la veracidad de la información aportada y por las consecuencias que se deriven de su ocultamiento o falsedad.</p> <p>Artículo 16 de la Ley 559 Ley especial de delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales</p>	
Fecha de Solicitud :	
Firma de Solicitante o Representante Legal:	
Fecha de Recibido:	



Nombre, Firma y Sello del funcionario autorizado que recibe:

.....  
 .....

8	PROTECCION DE LA INFORMACION
29	Especifique cuales de los datos presentados en esta solicitud usted considera que no deben ser del dominio público

9	DOCUMENTOS A ESTA SOLICITUD DE PERMISO	
	Formulario ambiental (original y dos copias)	
30	Perfil del proyecto	
31	Mapa y Esquema de Instalaciones	
32	Programa de Gestión Ambiental	
	Otros :	

(SOLICITUD ORIGINAL Y PRIMERA COPIA PARA MARENA; SEGUNDA COPIA PARA SOLICITANTE DEBIDAMENTE RECIBIDA Y SELLADA)

## ANEXO 7

### Carta presentada en Alcaldía de Tipitapa



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
Facultad de Electrotecnia y Computación  
Managua, Nicaragua

20 de Febrero 2013

A: Quien corresponda  
(Su Despacho)

Cordiales Saludos.

La universidad Nacional de Ingeniería (UNI), por medio de la presente hace constar que el Br. Manuel Isaac García Martínez con carnet # 2007-22171 y el Br. Carlos José Luis Martínez Hernández con Carnet # 2008-24305 son alumnos que actualmente están preparando la realización de su tesis monográfica. Por lo que están investigando el tema de proyectos en Telecomunicaciones y sus aplicaciones.

Por lo tanto solicitamos apoyo en las gestiones investigativas que están realizando de cara a su tesis monográfica.

Sin más que agregar, agradeciéndole y saludándole atentamente.

  
Ing. Marlon Robleto Alemán  
Jefe del Departamento de Telecomunicaciones  
UNI-FEC.



Apdo. 5595 • Tel. Oficina: 2270-5126 • Telefax: 2270-5126

## **ANEXO 8**

### **Resultado de encuestas**

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA



Facultad de electrotecnia y computación (FEC)

**Encuesta sobre tecnología y comunicación en Mesas de Acicaya**

Edad: \_\_\_\_\_ ocupación: \_\_\_\_\_

1) ¿Qué servicios de comunicación utiliza? ( puede marcar varias opciones )

Servicio	Calidad de servicio
Telefonía fija : ( )	Excelente : ( ) buena : ( ) Regular : ( ) mala : ( )
Celular : ( )	Excelente : ( ) buena : ( ) Regular : ( ) mala : ( )
Radio : ( )	Excelente : ( ) buena : ( ) Regular : ( ) mala : ( )
Teléfono público : ( )	Excelente : ( ) buena : ( ) Regular : ( ) mala : ( )
Otros : ( )	Excelente : ( ) buena : ( ) Regular : ( ) mala : ( )

2) ¿Cree usted que es necesario el servicio de Internet en la comunidad de las mesas de Acicaya?

Si ( ) No ( )

2.1) ¿Si respondió "NO "porque?

3) ¿Está dispuesto(a) usted a capacitación tecnológica, para el uso de Internet?

Si ( ) No ( )

3.1) Si contesto "NO "¿porque?

4) ¿Utilizaría Usted el servicio de telefonía pública?

Si ( ) No ( )

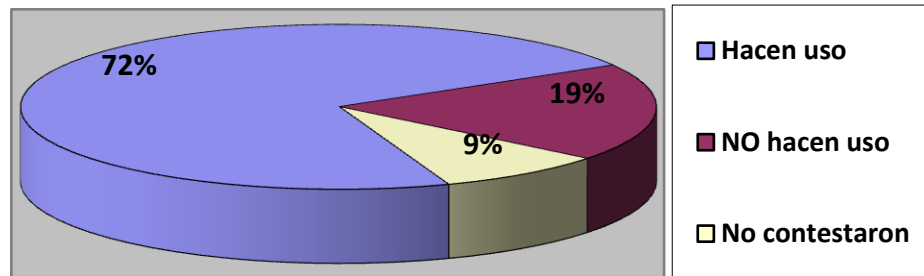
4.1) ¿Cuánto está dispuesto a pagar por minuto?

### **Resultados de encuesta realizada en la comunidad Mesas de Acicaya los días 8 y 9 junio 2013.**

1. De una muestra estadística de 104 personas para un universo de 1100 personas. ¿Cuántos hacen uso de telefonía móvil?

- 75 contestaron que hacen uso. 72%
- 20 contestaron que NO 19%
- 09 no contestaron. 9%

#### **Uso de telefonía móvil**



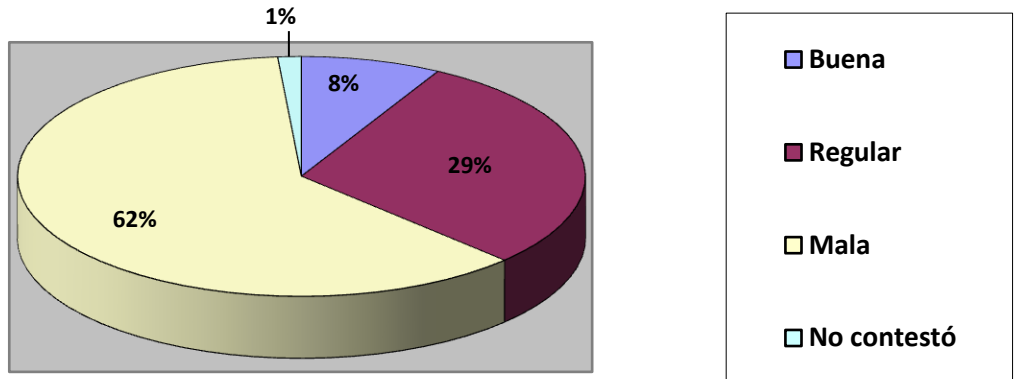
1.1 Con respecto a la calidad del servicio: **en el hogar donde habitan.**

- 06 dijeron que BUENA 8%  
**Estas personas pueden realizar una llamada sin salir de su hogar.**
- 22 contestaron REGULAR 29%  
**Se refiere a que estas personas no tienen señal en su hogar, por lo tanto tienen que desplazarse hacia otro punto donde haya señal telefónica. Lo que esta declaración indica es que existe conformidad por parte de los pobladores.**
- 46 respondieron MALA 62%  
**Se refiere a que estas personas no tienen señal en su hogar, por lo tanto tienen que desplazarse hacia otro punto donde haya señal**

**telefónica. Para estas personas el servicio no llenas sus expectativas y están conscientes que la calidad del servicio es deficiente.**

- 1 no contesto 1%

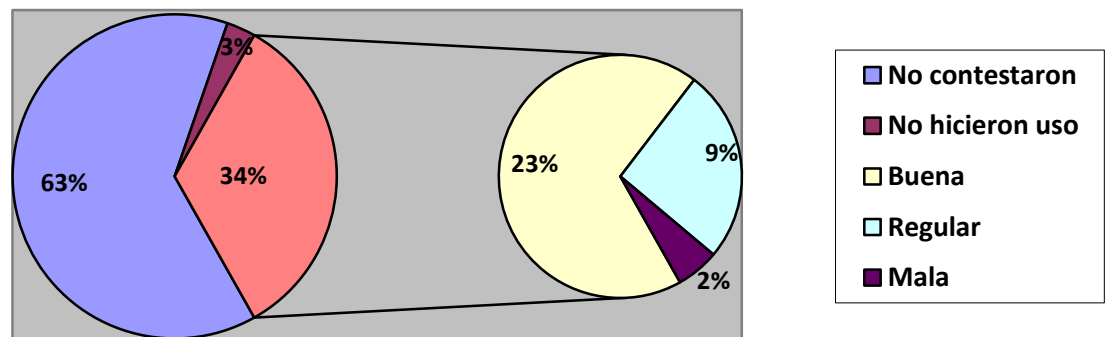
### Calidad del servicio de telefonía celular



2. ¿Cuántos de los encuestados hicieron uso cuando hubo en un tiempo teléfono público en la zona?

- 35 hicieron uso 34%
- 66 no contestaron 63%
- 03 NO hicieron uso 3% **No sabían que existía.**

### Calidad del servicio de teléfono público



2.1 Cuando se preguntó. ¿Cómo era la señal?, respondieron:

35 contestaron. Siendo el 34%

De estos

- 24 BUENA señal 23%

**En cualquier momento podían realizar una llamada.**

- 02 MALA señal 9%
- 09 REGULAR 2%

**Tenían que hacer varios intentos para realizar una llamada.**

69 no contestaron %66 **Total de personas que no contestaron como era la señal. Tanto los que hicieron como los que no hicieron uso.**

3. Al preguntar, “¿cree usted que es necesario el servicio de Internet para el progreso de la comunidad Mesas de Acicaya?”

- 100 % estuvo de acuerdo.

**Lo que es evidente ya que la población solicita servicios tecnológicos.**

4. ¿cuántos de los encuestados están dispuesto a capacitación tecnológica?

- 88 (85%)están dispuesto a capacitarse

- 45 personas Leen 51%

- 35 personas no leen 40% **A pesar de que estarían dispuestos a capacitarse pensamos que presentan un gran obstáculo para adentrarse al mundo tecnológico.**

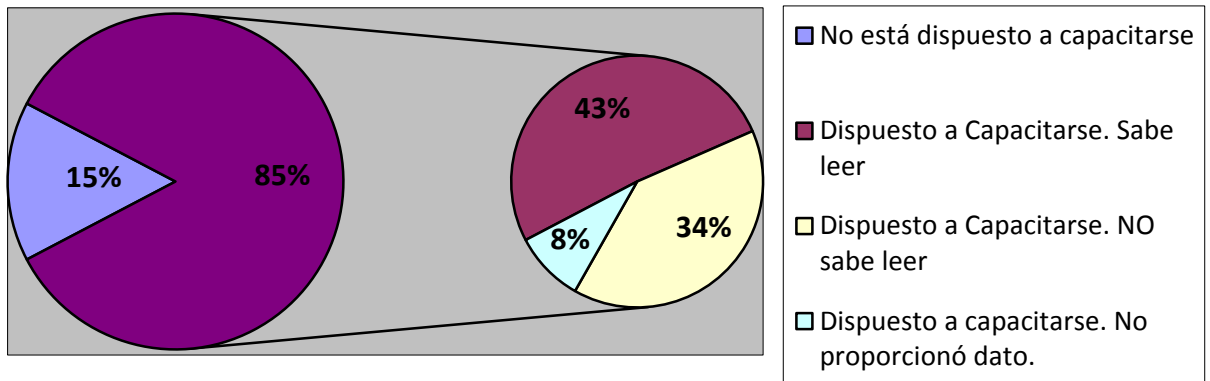
- 8 no sabemos 9%

- 16 (15%)NO están dispuesta a capacitarse

Razones:

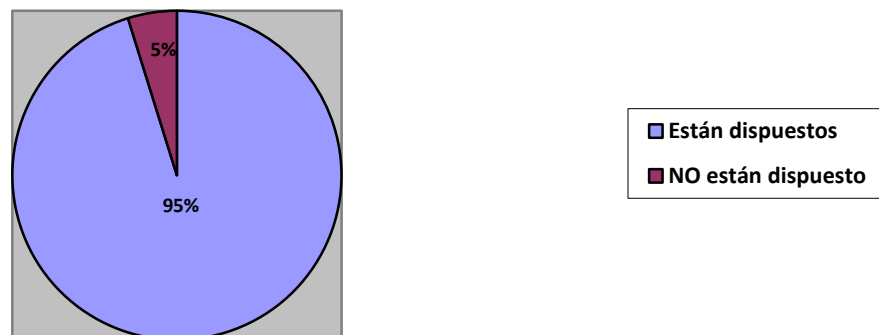
1. Edad Avanzada
2. Falta de tiempo
3. Temor
4. No le gusta

### Dispuestos a capacitación tecnológica



5. ¿Cuántos están dispuesto nuevamente al servicio de Telefonía pública?

### Dispuesto a utilizar nuevamente el servicio de telefonía pública



- 99 están dispuestos 95% **Esto está en dependencia del costo por minuto y lo utilizarían como una alternativa a la deficiente señal de telefonía celular.**
- 05 NO están dispuestos 5%

5.1 ¿Qué precio están dispuestos a pagar por minuto, si se instalara nuevamente teléfono público?

- Entre 05 y 10 Córdoba **Varías personas expresaron que el costo debería ser el mismo que está establecido en la capital y no poner precios tan elevados ya que ellos son de escasos recursos.**



6. Teniendo presente las múltiples Aplicaciones de la TIC en zonas rurales, los pobladores de la comunidad están dispuesto aplicarla ( según la encuesta ) en :

**Muchas personas al preguntarles donde podían aplicar las TIC, no tenían ni la más mínima idea de donde se pueden aplicar. También hay que aclarar que estas personas no estuvieron presentes en la conferencia impartida.**

**Luego de mencionarle y explicarles las diferentes aplicaciones respondieron lo siguiente.**

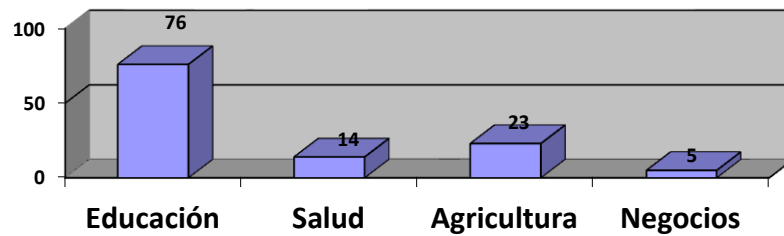
Varias personas piensan aplicar las tecnologías en diferentes campos.

- Educación : 76 personas de 104 73.07%

**Del total de los encuestados 35 eran estudiantes y el 100% de estos desean aplicarlo en la educación los 41 restantes eran padres de familia que deseaban una mejor educación para sus hijos. Cabe destacar que una buena parte de padres con edades de 30 a 50 años, no piensan beneficiarse en el uso de la tecnología en la educación, a pesar que muchos no saben leer.**

- Salud : 14 personas de 104 13.46%
- Agricultura : 23 personas de 104 22.11%
- Negocios : 05 personas de 104 4.8%

### Donde aplicarán las TIC



#### Conclusión

En base a la encuesta, educación es donde la mayoría de los encuestados la aplicarían, sin embargo esta respuesta fue dada después de haberles explicado brevemente las diferentes aplicaciones. Un porcentaje muy bajo de estas personas miran beneficios para negocios y dentro de esto en turismo.

Al final la encuesta revela que la población tiene mayor interés al desarrollo de proyectos TIC aplicado a la educación.